Appareils portables

N300

Vibromètre
Équilibreur



INSTRUCTION
D'UTILISATION

CEMB
BALANCING MACHINES

Dichiarazione CE di Conformità *Declaration of Conformity* EG-Konformitäts-Erklärung *Déclaration de Conformité* Declaration de Conformidad CE *Declaração CE de Conformidade*		EC-Verklaring van Overeenstemming *Försäkran om CE-överensstämmelse* CE-overensstemmelses-erklæring *CE-overensstemmelses-erklæring* CE-vaatimusmukaisuus-vakuutus *Δήλωση Συμμόρφωσης CE*

La Ditta
The Company
Die Firma
La Maison
La Compañia
A Empresa



Costruzioni Elettro Meccaniche ing. Buzzi & C. S.p.a.
Via Risorgimento, 9
23826 MANDELLO DEL LARIO - (Lecco) ITALY

Het bedrijf
Företaget
Virksomheden
Virksomheten
Yhtiö
Η εταιρία

dichiara con la presente la conformità del Prodotto
herewith declares conformity of the Products
erklärt hiermit die Konformität desProdukts
déclare par la présente la conformité du Produit
Declare la conformidad del Producto
com a presente declara a conformidade do Produto

verklaart bij deze de onvereenstemming van het product
försäkrar härmed att produkten
erklærer herved, at produktet
bekrefter herved at produktet
vakuttaa että tuote
Δηλώνει με την παρούσα τη συμβατότητα του Προϊόντος

Strumento **Instrument** **Instrument** **Instrument** **Instrumento** **Instrumento**	**Instrument** **Instrument** **Instrument** **Instrument** **Instrument** **Όργανο**

Tipo *Type* Typ *Type* Tipo *Tipo*	**N300**	Type *Typ* Type *Type* Tyyppi *Τύπος*
Nr. di serie *Serial Number* Fabriknummer, usw *Numero de série* Numero de fabricacion *Número de série*	**--------------------**	Serienummer *Serienr* Serienr *Serienr* Sarjanro *Αρ. Σειράς*
Numero Distinta Base *Manufacturing List Number* Erstellungsliste nummer *Numéro de liste de construction* Numero lista de base *Número da Lista de Base*	**48AN64013**	Nummer basislijst *Produktionslistans nr.* Produktionslistens nr. *Produksjonslistens nr.* Valmistusluettelon nro. *Αριθμός Καταλόγου Παραγωγής*

alle norme sottostanti / with applicable regulations below / mit folgenden einschlägigen Bestimmungen / selon les normes ci-dessous / con directivas subaplicables / com as normas indicadas em baixo / met de onderstaande normen / överensstämmer med följande föreskrifter / stemmer overens med følgende forskrifter on yhdenmukainen seuraavissa laeissa olevien ehtojen kanssa / στους παρακάτω κανονισμούς

Direttive CEE / EC Directive / EG Richtlinie / Directive CEE / Directivas CE / Directivas CEE / EEG-richtlijnen EU-direktiv / EØF-direktiver / EU-direktiver / EU-direktiivit / Οδηγίες CEE

2006/95/CE – 2004/108/CE

Norme Armonizzate Adottate /Applied Armonized Standards / Angewendete Harmonisierte Normen / Normes Harmonisées Appliquées / Normas Aplicadas en Conformidad / Normas Harmonizadas Aplicadas / Toegepaste geharmoniseerde richtlijnen / Standarder / Standardit / Εναρμονισμένοι Εφαρμοζόμενοι Κανονισμοί

EN 12100-1:2005		**EN 12100-2:2005**		**EN 294:1993**		**EN 349:1993**	
EN 418:1992		**EN 457 :1993**		**EN 60204-1:2006**	**X**	**EN 60439-1:1990**	**X**
EN 61000-6-3/A11:2005	**X**	**EN 61000-6-1/IS1:2006**	**X**	**EN 61000-6-4-:2002**	**X**	**EN 61000-6-2:2006**	**X**

Data / Date / Datum / Date / Fecha / Data Datum / Datum / Dato / Pvm / Ημερομηνία	Firma /Signature / Unterschrift /Signature / Firma / Assinatura Handtekening / Underskrift / Allekirjoitus / Υπογραφή
16/03/2009	**CEMB Spa** Carlo Buzzi *Ing. Carlo Buzzi*

M06PRG01

Table des matières

Chapitre 6 - Fonction équilibrage

Chapitre 7 - Programme CEMB N-Pro (option)

Chapitre 1
Description générale

L'appareil **N300**, avec ses accessoires, est livré dans une mallette spéciale, solide et robuste, également adaptée aux environnements pénibles (aciéries, raffineries, ateliers, etc…) et en mesure de supporter les voyages en avion. Pour plus de sécurité, vous pouvez aussi la fermer avec un verrou.
Il est conseillé de toujours ranger l'appareil N300 dans sa mallette à la fin de chaque utilisation, ceci évitera tout risque d'endommagement durant le transport.



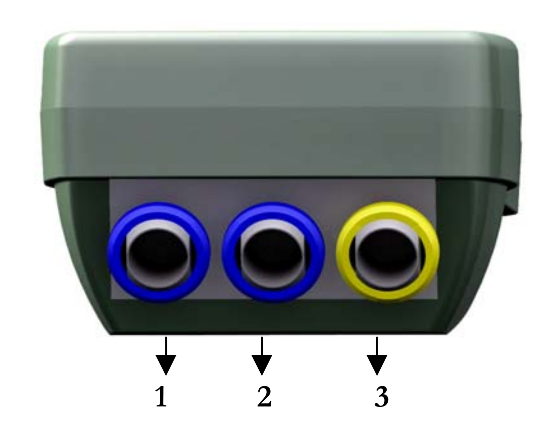
Fourniture standard :

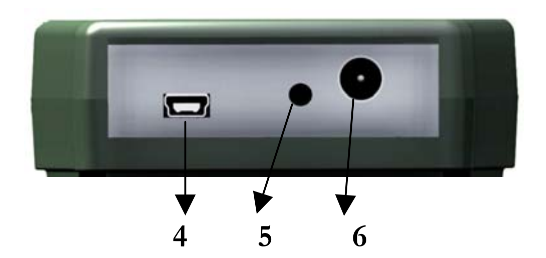
-appareil N300 avec batterie
-chargeur de batterie
-1 transducteur accéléromètre type TA-18S
-1 câble de connexion transducteur
-1 base magnétique
-1 pointeau
-photocellule 18 000 RPM avec tige et base magnétique
-rouleau de ruban réfléchissant
-disque gradué pour la mesure des angles
-manuel multilingue sur CD-ROM
-mallette *heavy duty* haute résistance étanche à fermeture hermétique
-dépliant "Getting Started" avec des informations de base pour l'utilisation

Fournitures en option :

- transducteur vélocimètre diamètre 40 avec câble de connexion, base magnétique et pointeau
- photocellule à fibres optiques (60 000 RPM) avec tige et base magnétique
- rallonge de 10 mètres pour transducteurs
- rallonge de 10 mètres pour photocellule standard
- 1 câble USB pour téléchargement des données
- logiciel CEMB N-Pro pour archivage, gestion et impression de données.

Connexions





1 – entrée capteur canal A
2 – entrée capteur canal B
3 – entrée photocellule pour la mesure de la vitesse
4 – port mini USB type B pour la connexion au PC
5 – bouton de *reset* appareil
6 – connecteur chargeur de batterie

Pour connecter les capteurs et la photocellule, branchez simplement le connecteur dans la prise correspondante, en poussez-le jusqu'à ce qu'un "clic" signale que l'enclenchement a eu lieu, en ayant soin d'aligner correctement la connexion de sécurité, comme illustré dans la photo.



Pour retirer le connecteur, appuyer sur sa partie terminale (bleue ou jaune) et tirer en même temps le corps principal (gris) de manière à le débloquer.





Attention :
Éviter de tirer le connecteur avec force si vous ne l'avez pas d'abord débloqué de la manière décrite ci-dessus, sous risque de l'endommager.

Bouton de *reset*

Dans certaines situations particulières, le service après-vente CEMB peut conseiller d'effectuer un *reset* de l'appareil N300. Pour ce faire, intervenir avec un petit objet à la pointe arrondie sur le bouton spécial situé dans la partie basse de l'appareil. Celui-ci est volontairement placé dans un point difficile d'accès, pour éviter des *resets* non désirés.



Attention:
En cas d'erreur non restaurable automatiquement, à l'écran s'affiche l'inscription *"Err"* suivie du numéro de l'erreur qui s'est vérifiée.
Dans cette situation, appuyer sur le bouton de *reset* pour effectuer une restauration manuelle.



Attention:
Ne pas intervenir sur le bouton de *reset* avec des objets pointus comme des aiguilles, des pointeaux ou des objets similaires, sous risque de l'endommager.

Batterie

L'appareil N300 incorpore une batterie au lithium rechargeable, permettant plus de dix heures d'autonomie, dans des conditions d'utilisation normales de l'appareil.

L'état de charge de la batterie est indiqué par une icône située dans le coin en haut à droite de l'écran.

- batterie complètement chargée
- batterie partiellement chargée
- batterie presque déchargée (lorsqu'elle s'affiche, l'appareil a encore une autonomie d'environ une heure)
- batterie déchargée: effectuer la recharge dans les 5 minutes

Si, la batterie étant déchargée, vous ne rechargez pas l'appareil dans les 5 minutes, celui-ci s'éteindra.
Dans ce cas, toutes les mesures éventuellement encore actives et, par conséquent, non encore sauvegardées, seront perdues.

Le branchement du chargeur de batterie, même lorsque l'appareil est éteint, produit un bref éclairage de l'afficheur qui signale que la connexion a eu lieu.
La phase de recharge se caractérise par une animation de l'icône de la batterie, qui se remplit progressivement. Lorsque la charge est terminée, l'animation s'arrête et l'icône de la batterie complètement chargée s'affiche.



Attention
Lorsqu'on branche un chargeur de batterie, insérer d'abord le connecteur dans la position prévue de l'appareil N300; à ce point seulement, brancher la fiche à une prise du réseau électrique.
À la fin de la charge, débrancher le chargeur de batterie du secteur électrique avant de retirer le connecteur de l'instrument.



Attention:
Il est vivement recommandé d'éteindre d'abord l'appareil avant de recharger la batterie. La charge se complétant en moins de cinq heures, évitez de laisser branché le chargeur de batteries pendant un délai excessivement long (maximum 12 heures).



Attention:
La batterie au lithium supporte sans problèmes des cycles de chargement – déchargement même quotidiens, alors qu'elle risque de s'endommager si elle se décharge complètement. Pour ce motif, nous vous conseillons d'effectuer une recharge au moins une fois tous les trois mois, même en cas d'utilisation non prolongée.



***Note*:**
La plus grande consommation étant due au rétroéclairage de l'afficheur, celui-ci s'éteint automatiquement après un certain temps (programmable) sans besoin d'appuyer sur aucune touche. Pour le rallumer, appuyer sur une touche quelconque (sauf sur).



Attention:
Si vous prévoyez de ne pas utiliser l'appareil pendant une longue période, chargez-le avant de le ranger. En cas d'immobilisation prolongée, n'oubliez pas de charger la batterie tous les 3 mois. En effet, l'horloge interne absorbant toujours de l'énergie (même si en quantité très limitée), en cas d'immobilisation prolongée, la batterie risque de se décharger.
Dans l'alternative, vous pouvez retirer la batterie avant de ranger l'appareil pendant un long délai. Dans ce cas, considérez que, lors de son rebranchement, vous devrez reprogrammer la date et l'heure. Dans cette seconde hypothèse, pour maximiser la vie de la batterie, nous vous conseillons de la recharger complètement au moins tous les 8-9 mois.

Étalonnage

Avant d'être livré au client, l'appareil N300 est soumis à un étalonnage et à un essai complet dans l'atelier CEMB, permettant de garantir son fonctionnement correct.

Conseils généraux

Conserver et utiliser l'instrument loin de sources de chaleur et de champs électromagnétiques intenses (inverseurs et moteurs électriques puissants).

La précision de la mesure peut être invalidée par le câble de connexion entre le transducteur et l'instrument, nous recommandons:

- de ne pas faire parcourir à ce câble des tronçons en commun avec les câbles de puissance ;
- de préférer une superposition perpendiculaire en cas de croisement avec les câbles de puissance ;
- de toujours utiliser le câble le plus court possible ; en effet, les lignes flottantes fonctionnent comme des antennes actives et passives.



Attention:
Toujours prêter la plus grande attention durant toutes les opérations de mesure, en utilisant, lorsque cela est possible, les protections adaptées de sauvegarde de l'opérateur vis-à-vis des parties en mouvement. En défaut, toujours se tenir à une distance de sécurité suffisante.

Chapitre 2

Panorama général

Clavier



Le clavier de l'instrument CEMB N300 comprend un nombre de touches limité, permettant une utilisation aisée et intuitive de l'appareil.

- touche de branchement/débranchement



Appuyer sur cette touche pour brancher l'appareil ;
garder la touche appuyée pendant au moins 3 secondes pour l'éteindre, puis relâcher la touche.

> ***Note:***
> Après avoir appuyé sur la touche, le numéro de série de l'appareil et la version de firmware installée s'affichent brièvement au bas de l'écran. En cas de problèmes, noter ces données avant de contacter le service après-vente CEMB qui vous fournira un support adapté.

- touche OK



Dans le tableau principal, elle valide la fonction et donne accès à la page correspondante.
Dans le tableau de Setup, elle valide la valeur pour le paramètre sélectionné.
Dans les tableaux de Vibromètre et Équilibrage, elle a différentes fonctions:

- dans la phase de programmation des paramètres pour l'acquisition, elle valide les valeurs
- dans la phase de mesure, elle la démarre ou l'arrête (voir **2**-3 **Fonction de démarrage /arrêt acquisition**).

- lorsque la barre des fonctions additionnelles est visible, elle permet de sélectionner la fonction désirée

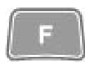
Dans le tableau des Archives, elle accède à la fonction sélectionnée dans la barre des fonctions additionnelles.

- touche en arrière



Appuyer sur cette touche pour quitter le tableau actuel et retourner au tableau précédent.
Durant la programmation des paramètres, au contraire, elle termine l'opération sans modifier la valeur.

- touche fonction (F)



Lorsqu'elle est disponible, elle affiche la barre des fonctions additionnelles dans la partie inférieure de l'afficheur.

- touche programmation (SET)



Dans le tableau de programmations, elle active la fonction de "modification" du paramètre sélectionné.
Dans les tableaux Vibromètre et Équilibrage, au contraire, elle active la fonction "modification" de tous les paramètres de mesure.

- touche changement de canal (A/B)



Dans les tableaux de mesure, elle change le canal affiché.

- flèches directionnelles

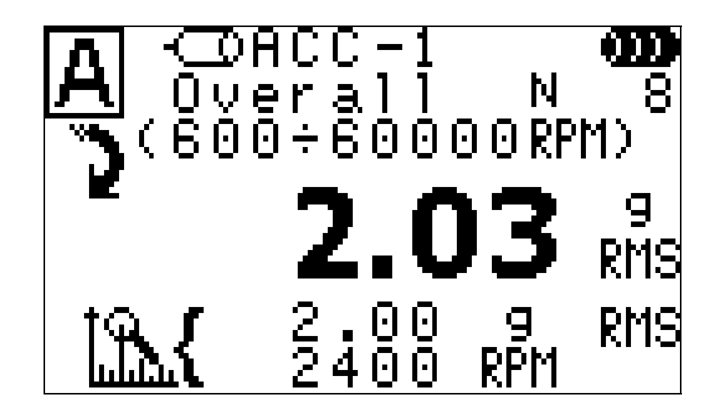


Ces touches changent l'élément sélectionné, reconnaissable parce qu'il est représenté en négatif (en blanc sur fond noir) ou elles modifient la valeur de celui que l'on est en train de programmer.

Fonction Démarrage / Arrêt acquisition

Dans tous les tableaux de mesure appuyer sur OK pour démarrer l'acquisition et de nouveau sur OK pour l'arrêter.

L'état d'acquisition active se reconnaît facilement par la présence d'une flèche (dans le coin en haut à gauche, sous l'indication du canal affiché) qui tourne en décrivant une circonférence.



Dès les premiers instants après le début de chaque mesure, l'instrument N300 est à même de déterminer automatiquement l'amplification la plus opportune, sur la base du signal fourni par les capteurs.
Au cas où la vibration serait si élevée qu'elle excéderait les limites de fonctionnement de l'appareil (voir Appendice A), le symbole de saturation du canal **-HI-** s'affiche.

Changement du canal affiché

Pour une meilleure clarté dans la présentation des données, l'appareil N300 affiche toujours un canal à la fois, respectivement indiqué par le symbole A ou B

Au cas où les deux canaux de mesure seraient utilisables pour la mesure, appuyer sur la touche A/B pour changer celui affiché.

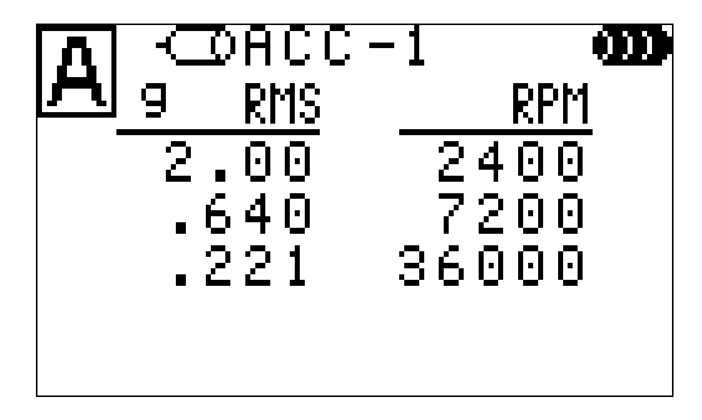
Fonctions additionnelles spécifiques des différentes pages

Dans chaque page, pour afficher les fonctions additionnelles spécifiques, appuyer sur la touche F . Une barre s'affiche alors dans la partie en bas de l'écran, où vous pouvez sélectionner la fonction avec les flèches ← et → et valider votre choix avec OK

Pour quitter la barre sans aucune sélection, appuyer sur « .

- Listes des pics

Sélectionner cette fonction pour afficher un tableau contenant les amplitudes des composantes les plus élevées présentes dans le signal, à côté de la fréquence correspondante.
Les pics sont énumérés par ordre d'amplitude décroissante, indépendamment de leur fréquence, et ils peuvent être au nombre de cinq au maximum. Au cas où le signal mesuré serait composé d'un nombre inférieur de composantes significatives, le nombre de pics affiché sera plus petit.



Appuyer sur la touche  pour passer de l'affichage des pics du canal A à ceux du canal B, et vice versa.

Appuyer sur la touche pour quitter cette page et retourner au tableau vibromètre.

- Archives des mesures

L'instrument N300 permet de sauvegarder facilement les mesures ou les équilibrages effectués dans deux archives différentes:

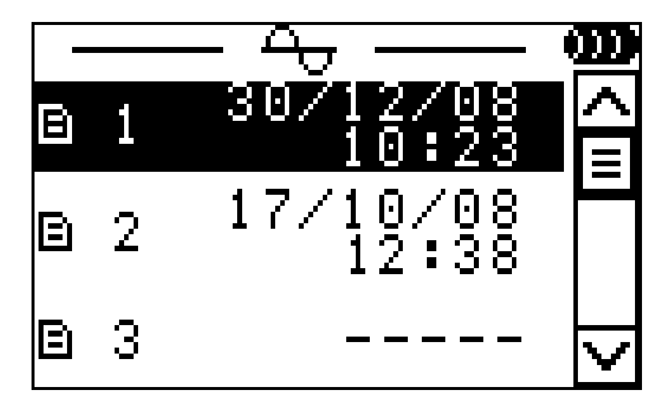
- archives des mesures de vibration (24 positions) symbole
- archives des données d'équilibrage (10 positions) symbole

Les dimensions des archives des vibrations sont optimisées pour contenir toutes les mesures d'une situation réelle typique : relèvement dans les trois directions orthogonales sur quatre supports, avant et après une intervention de maintenance sur une machine composée de deux éléments (moteur plus pompe, ou moteur plus ventilateur).

Dans les tableaux Vibromètre et Équilibrage, l'appui sur et la sélection successive du symbole dans la barre des fonctions additionnelles, permet d'accéder à la page d'archives correspondante.
Le symbole dans la partie supérieure identifie les archives actuelles, où chaque position est marquée par le symbole et par un numéro progressif; et les

positions vides sont indiquées par le symbole -----, les autres contiennent l'indication de la date et de l'heure de la sauvegarde de leur contenu, sous le format JJ/MM/AA HH:mm, où:

- JJ est le jour du mois (de 1 à 31)
- MM est le mois de l'année (de 1 à 12)
- AA sont les deux derniers chiffres de l'année (08 pour 2008, 09 pour 2009, …)
- HH est l'heure du jour (de 00 à 23)
- mm sont les minutes de l'heure (de 00 à 59)



Sélectionner la position à laquelle accéder en intervenant sur les flèches et, afficher ensuite la barre des fonctions additionnelles et sélectionner l'opération désirée en choisissant entre:

-  sauvegarder la mesure (ou l'équilibrage) complet.
  La date et l'heure actuelles sont automatiquement utilisées comme identificateur de la donnée archivée.
  Si une acquisition bicanal a été effectuée, la sauvegarde est automatiquement effectuée pour les deux canaux dans la même position dans les archives.

Note:
Si vous sélectionnez une position déjà occupée, avant d'effectuer la sauvegarde, le symbole demande à l'opérateur de valider l'opération d'écriture des données par écrasement. Pour ce faire, il suffit d'appuyer sur . Au contraire, en appuyant sur l'opération de sauvegarde est interrompue et vous pouvez alors sélectionner une autre position.

-  charger la mesure (ou l'équilibrage) sélectionné
  Le téléchargement depuis les archives permet à l'opérateur de revoir les résultats précédemment sauvegardés, qui s'affichent dans un tableau spécial, respectivement décrit aux points **5**-8 **Affichage des mesures des archives** et **6**-5 **Affichage des résultats d'équilibrage des archives**.

-  effacer la mesure sélectionnée en vidant la position correspondante dans les archives.

-  effacer toutes les mesures, en vidant complètement les archives.

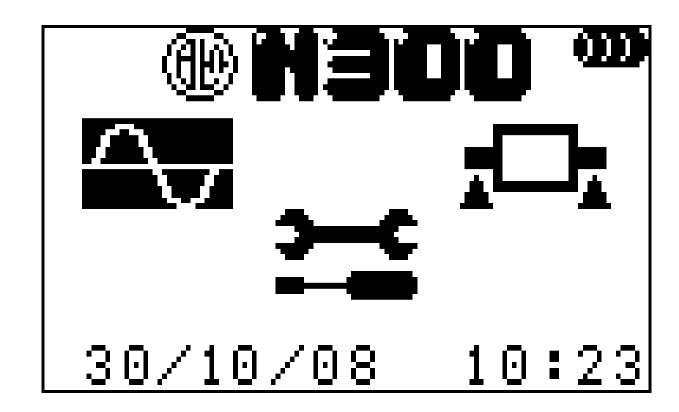
Note:
Avant d'effacer les données des archives, le symbole demande à l'opérateur de confirmer l'opération, qui comportera l'élimination définitive des données. À cet effet, il suffira d'appuyer sur . Au contraire, en appuyant sur , l'effacement n'est pas effectué.

Note:
Les touches et , qui augmentent ou diminuent respectivement de 3 la position sélectionnée, peuvent être employées pour faire défiler rapidement les archives.

Chapitre 3

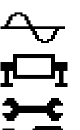
Tableau initial (menu)

Lorsque l'opération de branchement de l'appareil N300 est complétée, le tableau principal, s'affiche, il contient



le symbole CEMB, le nom de l'appareil, l'état de la batterie, la date et l'heure, et les icônes permettant d'accéder aux différentes pages:

- Mesure de vibrations
- Équilibrage
- Programmations générales (setup)



Après avoir sélectionné la page désirée avec les flèches et , appuyer sur pour y accéder.

1. Vibromètre

- mesure de la valeur totale (*Overall*) de vibration, ainsi que de l'amplitude et de la fréquence de la composante la plus élevée (pic principal)
- mesure du module et de la phase de la vibration à la fréquence synchrone à la vitesse du rotor ou de ses multiples (*1xRPM, 2xRPM, 3xRPM, 4xRPM et 5xRPM*)

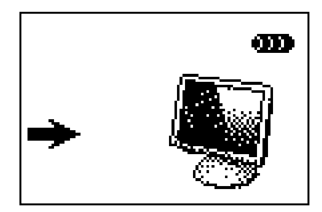
2. Équilibrage

- équilibrage en service de rotors avec un ou deux plans de correction

3. Setup

- programmation des sensibilités des capteurs connectés à l'appareil
- programmation des paramètres généraux de fonctionnement de l'appareil

Lorsque le tableau initial est affiché, le branchement du câble USB dans le port de l'instrument N300 et dans celui d'un PC, donne accès automatiquement à la fonction de transfert des données, identifiée par un tableau spécial.



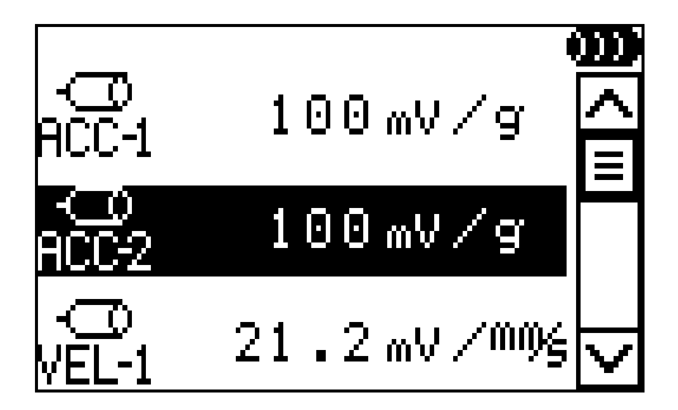
Dans cette condition, le PC agit comme *master*, alors que l'appareil N300 est un simple *slave* ; de ce fait, l'appui sur ses touches n'a plus aucun effet.
Après avoir transféré les données au PC (voir chap. **7**–6 **Lecture des données de l'instrument N300**), débrancher le câble USB pour retourner au tableau principal.

Chapitre 4

Fonction de setup

Dans le tableau de Setup on pourra programmer tous les paramètres nécessaires au fonctionnement correct de l'appareil N300.

Pour faire défiler la liste des paramètres modifiables, agir sur les flèches et , le paramètre tour à tour sélectionné s'affiche en caractères blancs sur fond noir (en négatif).



Pour modifier sa valeur, appuyer sur la touche SET , puis entrer la valeur désirée, comme indiqué à chaque fois, et valider ensuite avec OK .

Pour quitter la fonction de modification sans altérer la vieille valeur, appuyer sur la touche «

Sensibilité des capteurs

L'appareil N300 peut être utilisé avec différents types et modèles de capteurs, c'est pourquoi, pour obtenir une mesure correcte, il faudra programmer exactement la sensibilité (=nombre de volts par unité) des capteurs effectivement branchés.

Appuyer sur la touche SET pour modifier la sensibilité du capteur sélectionné, en intervenant sur un chiffre à la fois.

Les flèches et augmentent ou diminuent d'une unité le chiffre sélectionné (affiché en négatif).

Appuyer sur et , pour sélectionner respectivement le chiffre à gauche ou celui à droite.

Note:
Bien que l'appareil soit en mesure de fonctionner correctement avec n'importe quelle combinaison de capteurs, nous vous conseillons de connecter des capteurs du même type et du même modèle aux deux canaux.

Pour chacun des types possibles:

- accéléromètre ACC
- vélocimètre VEL
- déplacement DIS

on pourra programmer deux sensibilités différentes, respectivement indiquées par *"1"* et *"2"*. Six capteurs différents peuvent ainsi être définis:

- ACC-1 accéléromètre n° 1(alimenté – type IEPE)
- ACC-2 accéléromètre n°2 (alimenté – type IEPE)
- VEL-1 vélocimètre n°1 (non alimenté)
- VEL-2 vélocimètre n°2 (non alimenté)
- DIS-1 capteur de déplacement n°1 (non alimenté)
- DIS-2 capteur de déplacement n°2 (non alimenté)

en rendant possible l'utilisation des capteurs du même type mais avec une sensibilité différente.

Les valeurs typiques pour la sensibilité des différents capteurs sont:

TYPE CAPTEUR	SENSIBILITÉ	VALEUR TYPIQUE
Accéléromètre (ACC)	mV/g	100
Vélocimètre (VEL)	mV/(mm/s)	21,2
Déplacement (DIS)	mV/µm	8



Attention:
Certains modèles peuvent avoir des sensibilités différentes des valeurs typiques ; veiller de récupérer la valeur correcte dans la documentation du capteur et de la programmer.

Date

L'appareil N300 demande d'entrer la date en utilisant deux chiffres pour le jour, deux pour le mois et deux pour l'année, dans cet ordre. Pour faciliter l'opérateur, le format jj/mm/aa s'affiche sous la date actuelle.
Pour entrer une nouvelle valeur, suivre exactement la même marche que celle décrite pour la sensibilité des capteurs (voir ci-dessus).

Heure

L'appareil N300 demande d'entrer l'heure en utilisant deux chiffres pour l'heure (de 00 à 23) et deux pour les minutes (de 00 à 59). Pour faciliter l'opérateur, le format hh:mm s'affiche sous la date actuelle.
Pour entrer une nouvelle valeur, suivre exactement la même marche que celle décrite pour la sensibilité des capteurs (voir ci-dessus).

Système unité de mesure

Les unités de mesure utilisées pour les valeurs d'accélération, de vitesse et de déplacement peuvent être respectivement:

- g; mm/s; μm : unités métriques
- g; inch/s; mils : unités anglo-saxonnes

Appuyer sur  , pour faire défiler toutes les possibilités en intervenant sur  et sur

Luminosité de l'afficheur

Pour avoir une visibilité optimale dans les différentes conditions ambiantes, vous pouvez régler la luminosité du rétroéclairage de l'afficheur d'une valeur minimum (sans rétroéclairage) à une valeur maximum. Pour ce faire, utiliser les flèches et après avoir activé le mode "*entrée des valeurs*" en appuyant sur

Temps d'autoextinction du rétroéclairage

Pour maximiser la durée de la batterie avant une recharge, le rétroéclairage de l'afficheur s'éteint automatiquement après un délai préétabli (programmable de 1 à 255 secondes) calculé après l'appui sur la dernière touche. Appuyer ensuite sur une touche quelconque pour activer de nouveau le rétroéclairage.

Temps d'autoextinction de l'appareil

Pour maximiser la durée de la batterie avant une recharge, l'appareil s'éteint automatiquement après un délai préétabli (programmable de 5 à 60 minutes) calculé après l'appui sur la dernière touche.
Pour rebrancher l'appareil, appuyer sur la touche .

Chapitre 5

Fonction vibromètre

Une des informations les plus simples, mais à la fois les plus significatives dans l'analyse des vibrations, réside dans la valeur globale (*overall*) de la vibration. En effet, c'est souvent le premier paramètre à considérer pour évaluer les conditions de fonctionnement d'un moteur, d'un ventilateur, d'une pompe ou d'une machine-outil.
Des tableaux opportuns consentent de distinguer entre un état excellent et un état bon, admissible, tolérable ou même dangereux (voir **Appendice B – Critères d'appréciation**).
Cependant, dans certaines situations, il peut être intéressant de connaître les valeurs de module et de phase de la vibration synchrone, c'est-à-dire correspondant à la vitesse de rotation du rotor (*1xRPM*), ou à ses multiples (*2xRPM, 3xRPM, 4xRPM, 5xRPM*).
La fonction vibromètre réalise justement ce type de mesures, de manière aisée et intuitive, et elle permet de les sauvegarder dans des archives spéciales.

Programmations de mesure

Les programmations utilisées pour la mesure de la vibration sont toutes affichées à la page Vibromètre et elles peuvent être modifiées en appuyant sur la touche SET : pour plus de clarté, tous les résultats de la mesure sont cachés et restent invisibles ; de ce fait, seuls les paramètres modifiables sont visibles. Avant de modifier des programmations, assurez-vous que le canal sur lequel vous allez intervenir est bien affiché en haut à gauche, dans le cas contraire, le commuter en intervenant sur A/B .
Le paramètre pouvant être modifié s'affiche en négatif, appuyer sur les flèches ↑ et ↓ pour faire défiler les valeurs pouvant être sélectionnées. Les touches ← et → permettent de passer au paramètre précédent ou suivant.

Ceux-ci peuvent se diviser en deux catégories:

- spécifiques, car ils sont uniquement valables pour le canal affiché à ce moment-là,
- communs, car ils sont automatiquement appliqués aux deux : tout ce qui concerne le type de mesure désirée fait partie de ce groupe.



1. Validation / invalidation d’un canal:

Chacun des canaux de mesure de l’appareil N300 peut être:

- validé lorsqu’on désire connecter un capteur et effectuer une mesure
- invalidé lorsqu’on ne désire brancher aucun capteur

Si le canal est invalidé, toutes les autres programmations de mesure disparaissent et, l’appui sur OK affiche le message OFF.

2. Type de capteur:

Sélectionner un des capteurs dont la sensibilité a été programmée (**voir 4,**1 **– Sensibilité des capteurs**):

- **ACC-1** : accéléromètre type 1 (alimenté – type IEPE)
- **ACC-2** : accéléromètre type 2 (alimenté – type IEPE)
- **VEL-1** : vélocimètre type 1 (non alimenté)
- **VEL-2** : vélocimètre type 2 (non alimenté)
- **DIS-1** : capteur de déplacement de type 1 (non alimenté)
- **DIS-2** : capteur de déplacement de type 2 (non alimenté)

L’instrument N300 effectue automatiquement l’alimentation des capteurs branchés lorsque cela est nécessaire.



Attention:
Pour obtenir une mesure ayant la précision adéquate, il est indispensable d’associer correctement à chaque canal, le capteur qui y est effectivement branché.

3. Mesure:

Indique le genre de mesure effectué:

- Overall: valeur globale de la vibration
- Mesure synchrone: valeur de la seule composante synchrone à la vitesse de rotation (1xRPM) ou de ses multiples (2xRPM, 3xRPM, 4xRPM, 5xRPM)

4. Unité de mesure

Sélectionner l'unité di mesure dans laquelle on désire que la vibration soit fournie: les possibilités sont:

- accélération (g)
- vitesse (mm/s ou inch/s)
- déplacement (µm ou mils)



Attention :
En cas d’utilisation de capteurs de déplacement, on pourra effectuer des mesures de déplacement et de vitesse, mais non d’accélération.

5. Type de vibration

Comme toutes les grandeurs physiques, la vibration a une valeur qui peut varier à chaque instant ; mathématiquement, on peut la décrire par une fonction du temps. Sa valeur globale peut alors être calculée de trois façons différentes :

- **RMS** *(Root Mean Square):* valeur quadratique moyenne
  c'est la valeur moyenne de la vibration préalablement élevée au carré ;
  c'est la valeur typiquement utilisée, en particulier pour les mesures de l'accélération et de la vitesse.
  C'est un indice direct du contenu "énergétique" de la vibration: pratiquement, il représente la puissance que la vibration entraîne avec elle, qui se décharge sur les supports ou les appuis de la structure vibrante.
- **PK** *(Peak):* valeur de pic
  c'est la valeur maximum atteinte par la vibration dans un certain laps de temps.
- **PP** *(Peak-to-Peak):* valeur de pic-pic
  c'est la différence entre la valeur maximum et celle minimum atteintes par la vibration dans un certain laps de temps ;
  on l'utilise généralement pour les mesures de déplacement.

6. Unité de fréquence

Indique comment afficher les vitesses et les fréquences. On peut la choisir entre:

- Hz – cycles (tours) par seconde
- RPM – tours par minute

> ***Note*:**
> Entre les deux unités, il existe évidemment la relation 1 Hz = 60 RPM

Programmations valables seulement pour les mesures d'Overall

1. Champ de fréquence

La valeur globale de la vibration est généralement créée par la somme de différents apports, provoqués par de multiples phénomènes, qui se présentent donc associés à des fréquences différentes. Selon les cas, il pourrait être intéressant de tenir compte, dans l'*overall*, seulement de ceux correspondants à une certaine bande de fréquences :

- 1-100 Hz si l'intérêt se limite aux phénomènes avec des fréquences basses
- 2-200 Hz si l'intérêt se limite aux phénomènes avec des fréquences relativement basses
- 5-500 Hz si le phénomène implique aussi les fréquences moyennes
- 10-1000 Hz pour respecter les conditions de la norme ISO 10816-1 (typique)

Note:
Une considération pratique généralement utilisée, est de vérifier que la fréquence maximum programmée soit au moins de 20-30 fois celle de rotation de l'arbre considéré. Cela permet d'inclure dans le spectre également la zone de haute fréquence où se manifestent généralement les problèmes dus aux roulements.

Note:
À égalité d'autres conditions, le choix d'une basse fréquence maximum (inférieure à 1000 Hz) provoque une augmentation considérable des temps nécessaires à l'acquisition et à la mesure.

2. Nombre de moyennes

Il est indiqué à côté du symbole N, et il désigne le nombre de spectres devant être calculés et dont la moyenne doit être faite entre eux pour augmenter la stabilité de la mesure.
Toutes les valeurs de 1 à 16 sont consenties, mais 4 moyennes sont plus que suffisantes pour les mesures normales de vibration sur des machines rotatives.

Programmations valables seulement pour les mesures synchrones

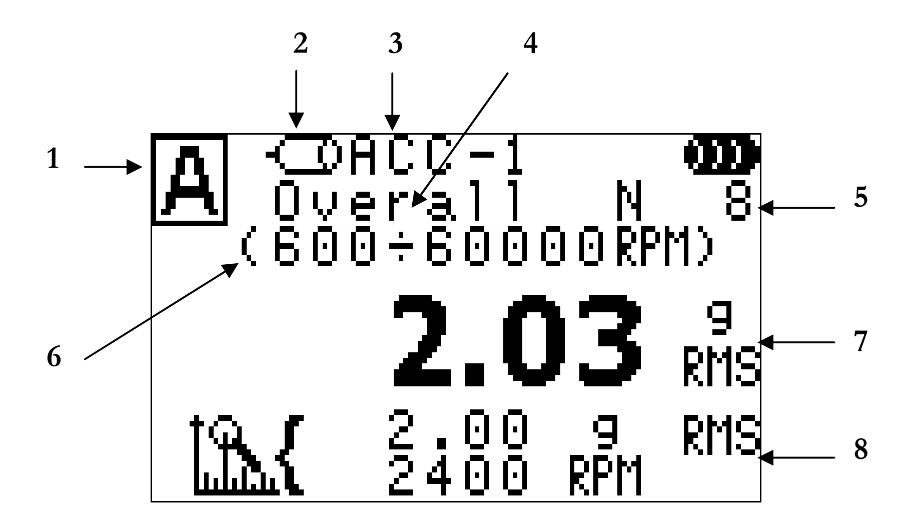
1. Largeur Filtre synchrone

Ce paramètre, identifié pour des raisons historiques comme largeur du filtre synchrone, s'affiche à côté du symbole ▼ et il est mesuré en pourcentage. Il indique la résolution en fréquence de l'analyse synchrone, c'est-à-dire la capacité de l'instrument de séparer entre eux les apports des différentes fréquences.
Disponibilité de valeurs de 1% à 100%.
Par exemple, une valeur de 5% indique que l'on comprend dans le calcul de la valeur synchrone, l'apport de toutes les fréquences de la bande 1xRPM±5% (qui ne parviennent pas à être distinguées entre elles).
N'oubliez pas que les valeurs plus petites (c'est-à-dire les filtres plus étroits) produisent certainement des mesures plus précises, mais demandent des temps d'acquisition nettement plus longs. Par exemple, avec un filtre 1% et des rotors particulièrement lents (60 RPM) il faudra attendre quelques minutes avant de compléter la mesure.
Pour programmer ce paramètre, il est opportun de rechercher le bon équilibre entre la précision et le temps nécessaire.

Après avoir effectué les programmations désirées, appuyer sur OK pour valider les valeurs entrées. Au contraire, en appuyant i sur « , vous quittez la fonction d'entrée des programmations, sans toutefois modifier celles préexistantes.

Résultats de la mesure

Dans la page Vibromètre les résultats de la mesure s'affichent à l'écran, en associant les exigences de clarté et l'exhaustivité de l'information.



Mesure d'*overall*:

1. canal auquel se réfère la mesure affichée
2. état du canal affiché:

   = validé

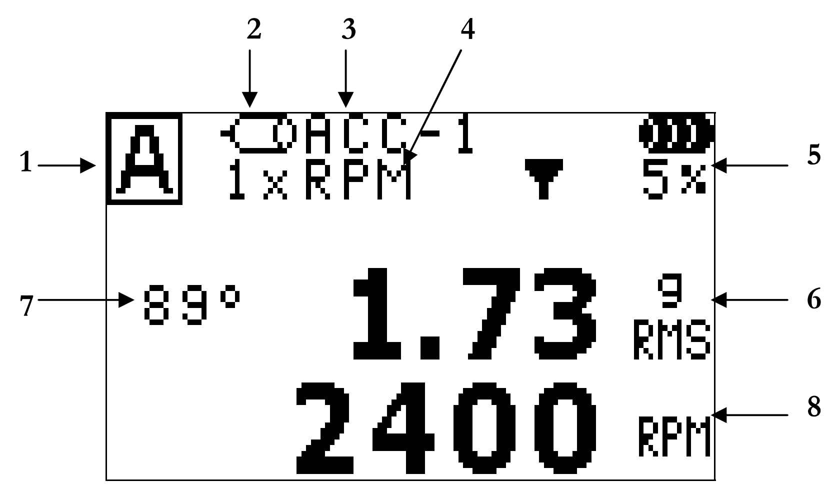
   = invalidé
3. capteur connecté au canal
4. mesure effectuée (*Overall*)
5. nombre de moyennes
6. bande de fréquence
7. valeur de la vibration, avec unité et type
8. amplitude et fréquence de la composante la plus élevée de la vibration. Plus la vibration comprend différentes composantes, plus l'overall sera supérieur à l'amplitude de la composante dominante. Si les deux valeurs sont très semblables, la vibration a pratiquement une forme sinusoïdale.

Pour démarrer et arrêter la mesure, appuyer sur 

.

Note:
Les valeurs obtenues de cette manière peuvent être utilisées pour évaluer l'état de fonctionnement d'un appareil en employant, par exemple, les tableaux et les diagrammes présentés dans l'**Appendice B** du présent manuel.

Mesure synchrone:



1. canal auquel se réfère la mesure affichée
2. état du canal affiché:
   = validé
   = invalidé
3. capteur connecté au canal
4. ordre de l'harmonique mesurée
   1xRPM = harmonique fondamentale (synchrone à la vitesse de rotation)
   2xRPM = deuxième harmonique (fréquence double de la vitesse de rotation)
   3xRPM = troisième harmonique (fréquence triple de la vitesse de rotation)
   4xRPM = quatrième harmonique (fréquence quadruple de la vitesse de rotation)
   5xRPM = cinquième harmonique (fréquence quintuple de la vitesse de rotation)
5. largeur du filtre
6. module de la vibration, avec unité et type
7. phase de la vibration exprimée en degrés (0°÷359°)
8. fréquence de l'harmonique mesurée; elle coïncide avec la vitesse de rotation dans le cas de la mesure 1xRPM, autrement, elle est respectivement le double, le triple, …

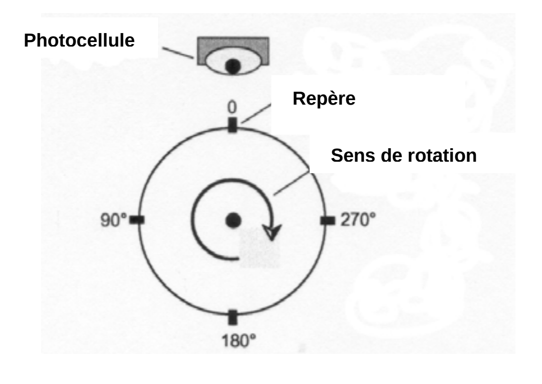
Pour démarrer et arrêter la mesure, appuyer sur  .

Pour effectuer une mesure correcte, la vitesse de l'arbre doit être stable et lue correctement par l'instrument. Si celle-ci n'est pas lue correctement, si elle est instable, si elle est inférieure à celle minimum, ou supérieure à celle maximum (voir Appendice A), un des symboles suivants s'affiche:

Symbole	Condition	Quoi faire
	valeur de vitesse non stable dans le temps	- Vérifier que le rotor n'est pas en train d'effectuer une rampe d'accélération: dans le cas contraire, attendre la fin de la rampe. - Vérifier que la vitesse du rotor n'oscille pas périodiquement: dans le cas contraire, prendre toutes les contre-mesures possibles pour stabiliser la vitesse.
	signal de vitesse absent, ou valeur inférieure à celle minimum admissible pour l'instrument	- Vérifier que la photocellule et le catadioptre sont correctement positionnés. - Vérifier que la photocellule N'EST PAS positionnée dans un point ayant des vibrations trop élevées, qui évitent, de ce fait, la réfraction sur le catadioptre. - Vérifier que la vitesse du rotor est supérieure à celle minimum : si cela n'est pas, il faudra l'augmenter.
	vitesse supérieure à la valeur maximum admissible pour l'instrument	- Vérifier que la photocellule et le catadioptre sont correctement positionnés (s'ils produisent plus d'une impulsion par tour ils génèrent une haute vitesse non réelle) - Si la vitesse du rotor est effectivement supérieure à celle maximum consentie, il faudra la diminuer.

Note:
Rappelons que pour effectuer une mesure synchrone il faut brancher la photocellule et vérifier qu'elle est placée correctement, en suivant les instructions ci-après :

- appliquer un autocollant spécial (ou une plaque) catadioptre sur le rotor comme repère (0°). À partir de cette position, les angles sont mesurés dans le sens contraire de celui de rotation de l'arbre.



– connecter la photocellule à l'instrument N300 et la placer à une distance du rotor comprise entre 50 et 400 mm environ. En tournant lentement le rotor (si possible à la main, autrement le plus lentement possible), vérifier que la led située sur le dos de la photocellule s'éclaire une seule fois par tour, lorsque le rayon lumineux éclaire le repère. S'il n'en est pas ainsi, éloigner ou rapprocher la photocellule de la pièce, ou l'incliner par rapport à sa surface.



Attention:
Prêter la plus grande attention durant toute la phase de positionnement de la photocellule: compte tenu de la nécessité d'agir manuellement sur le rotor, s'assurer que celui-ci est arrêté et qu'il ne peut pas démarrer accidentellement.
Si vous ne pouvez pas faire tourner le rotor à la main durant le positionnement de la photocellule, la placer, de préférence, dans les points où la led est visible, sans trop s'approcher des parties en mouvement.

Fonctions additionnelles

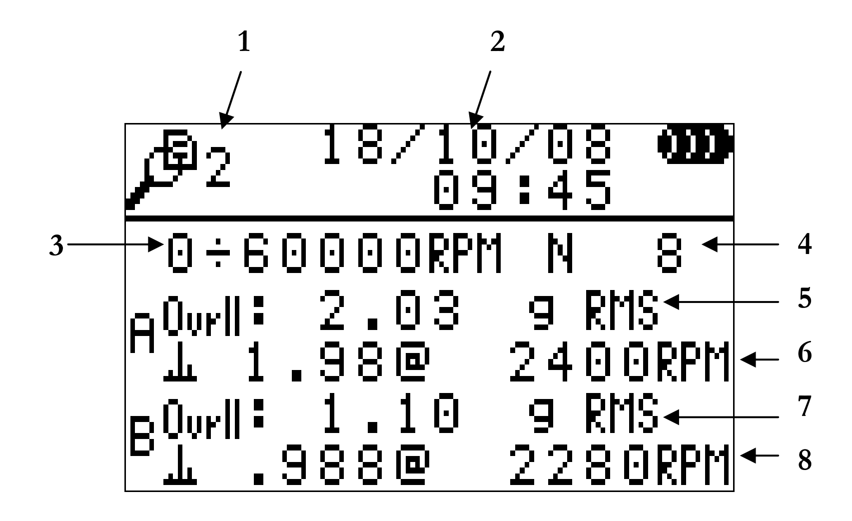
En appuyant sur la touche [F] la barre des fonctions additionnelles affiche celles disponibles dans la page Vibromètre:


Accès aux archives des mesures de la vibration (voir paragraphe suivant).

Affichage des mesures depuis les archives

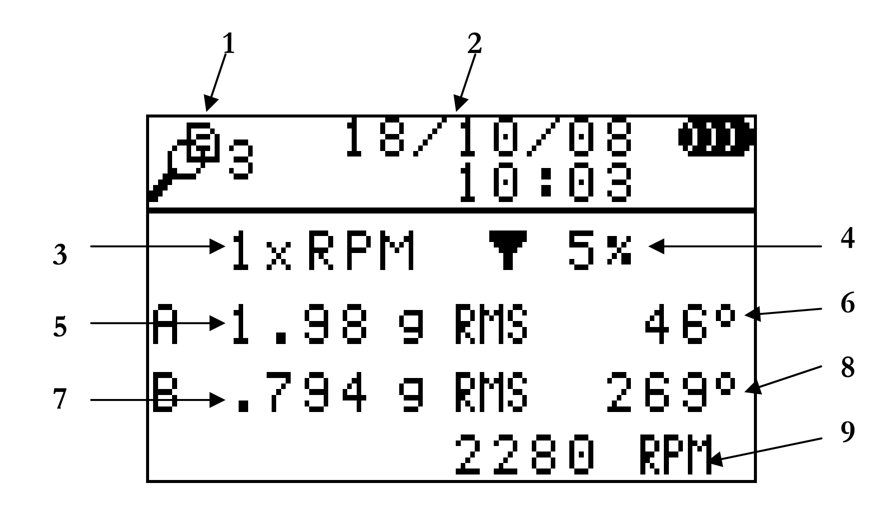
Les mesures de vibration chargées depuis les archives s'affichent dans un tableau spécial organisé de la manière suivante:

- **mesure de la vibration *Overall*:**



1. numéro de la position dans les archives mesures
2. date et heure de la sauvegarde
3. champ de fréquence utilisé
4. nombre de moyennes
5. valeur globale (*Overall*) de la vibration du canal A, avec unité et type de mesure
6. composante la plus élevée de la vibration du canal A, exprimée, par brièveté, sous la forme *valeur @ fréquence*
7. valeur globale (*Overall*) de la vibration du canal B, avec unité et type de mesure
8. composante la plus élevée de la vibration du canal B, exprimée, par brièveté, sous la forme *valeur @ fréquence*

- **mesure de la vibration synchrone**



1. numéro de la position dans les archives mesures
2. date et heure de la sauvegarde
3. ordre *K* de l'harmonique (par rapport à la vitesse de rotation) mesurée
4. largeur du filtre synchrone
5. amplitude de la vibration du canal A, avec unité et type de mesure
6. phase de la vibration du canal A
7. amplitude de la vibration du canal B, avec unité et type de mesure
8. phase de la vibration du canal B
9. fréquence de l'harmonique mesurée (égale à *K* fois la vitesse de rotation)

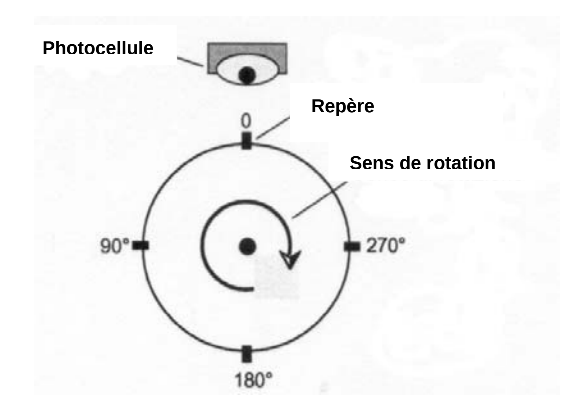
Chapitre 6
Fonction équilibrage

Une des causes de vibration davantage constatée dans la pratique, réside dans le déséquilibre d'une pièce en rotation (manque d'uniformité de la masse autour de son axe de rotation), qui peut être corrigé avec une procédure d'équilibrage.
L'appareil N300 permet d'équilibrer un rotor quelconque dans des conditions de service, sur un ou deux plans, en utilisant un ou deux détecteurs de vibration et une photocellule.
Pour toutes les situations, des procédures *ad hoc* sont disponibles, permettant de guider pas à pas l'opérateur durant la séquence des opérations.

Dans la pratique, ce qui intéresse souvent, c'est de diminuer la vibration en l'amenant sous une certaine valeur considérée tolérable (voir **Appendice B**). Cependant, la diminution du balourd n'a d'effet que sur la composante synchrone *1xRPM.* Une faible valeur de cette composante, accompagnée d'un *Overall* élevé, est l'indice de problèmes qui ne concernent pas le balourd et qu'un simple équilibrage ne permettrait donc pas de corriger (voir **Appendice C**).
Par conséquent, avant de procéder à un équilibrage, il faudra faire une analyse préliminaire pour évaluer l'importance et les causes de la vibration: avec la fonction Vibromètre de l'appareil N300, il est opportun d'effectuer une mesure de vibration globale (*Overall*) et une de valeur synchrone *1xRPM* (voir chap. 5 – **Fonction Vibromètre**). Seulement si cette dernière est prédominante, nous conseillons de procéder à un équilibrage ; dans le cas contraire, il est préférable de se concentrer sur la résolution d'autres problématiques de la machine.

Les normes devant être respectées pour effectuer un équilibrage correct sont :

- disposer les capteurs le plus près possible des supports du rotor à équilibrer, en utilisant la base magnétique ou en les fixant à travers le trou fileté, pour obtenir une bonne répétibilité ;
- appliquer une plaquette réfléchissante sur le rotor, comme repère (0°). À partir de cette position, les angles sont mesurés dans le sens opposé à celui de rotation de l'arbre.



- connecter la photocellule à l'instrument N300 et la placer à une distance du rotor comprise entre 50 et 400 mm environ. En tournant lentement le rotor (si possible à la main, autrement le plus lentement possible), vérifier que la led située sur le dos de

la photocellule s'éclaire une seule fois par tour, lorsque le rayon lumineux éclaire le repère. S'il n'en est pas ainsi, éloigner ou rapprocher la photocellule de la pièce, ou l'incliner par rapport à sa surface.



Attention:
Prêter la plus grande attention durant toute la phase de positionnement de la photocellule: compte tenu de la nécessité d'agir manuellement sur le rotor, s'assurer que celui-ci est arrêté et qu'il ne peut pas démarrer accidentellement.
Si vous ne pouvez pas faire tourner le rotor à la main durant le positionnement de la photocellule, la placer, de préférence, dans les points où la led est visible, sans trop devoir s'approcher des parties en mouvement.

D'autres considérations sont illustrées dans l'annexe **Précision d'équilibrage des rotors rigides.**

La procédure d'équilibrage se compose de deux parties :

- étalonnage : une série de lancers permet de définir les paramètres nécessaires à l'équilibrage, pour un rotor déterminé.
- mesure du balourd et calcul de la correction.

Même si l'étalonnage peut s'avérer un processus laborieux, il est indispensable de l'effectuer correctement, pour ne pas introduire des erreurs dans le calcul successif des masses de correction.
L'appareil mémorise automatiquement les données et les paramètres du dernier équilibrage effectué et il les propose de nouveau à l'opérateur lors de l'entrée suivante dans la page d'étalonnage, même après le rebranchement de l'appareil.

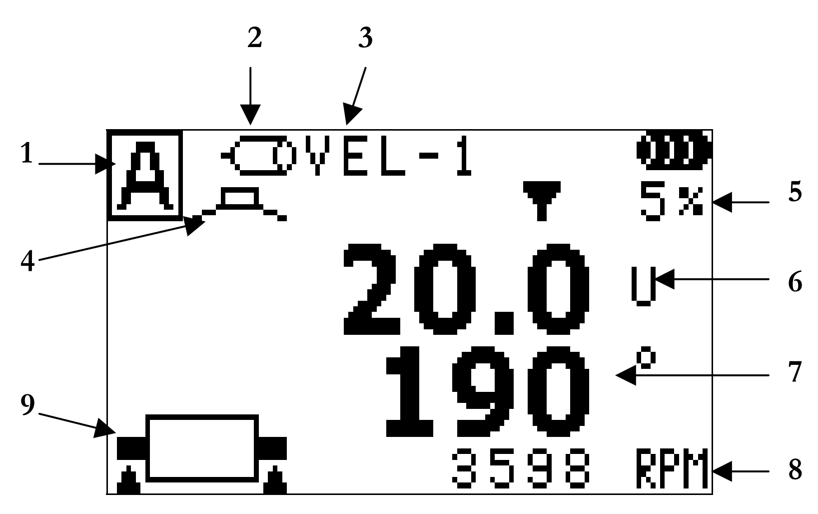


Attention:
Si vous désirez utiliser les paramètres d'étalonnage de l'équilibrage précédent, il est indispensable que les transducteurs soient de nouveau positionnés sur le rotor, exactement dans la même position. Cela est assez aisé si on a recours à des trous filetés, plus problématique avec des bases magnétiques. N'oubliez pas qu'une petite différence, même seulement de quelques millimètres, pourrait rendre peu adapté l'étalonnage préexistant.
Pour une meilleure précision, il est de toute façon conseillé d'effectuer un étalonnage complet avant chaque nouvel équilibrage.

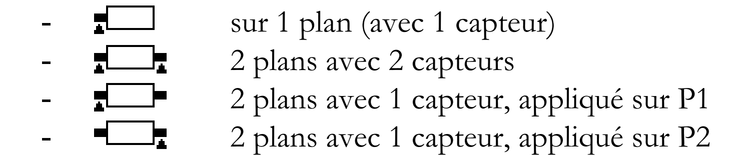
Mesure du balourd et calcul de la correction

Sélectionner le symbole dans le tableau principal, pour accéder à la fonction Équilibrage: sur la base des paramètres du dernier étalonnage effectué, la valeur de la masse de correction à appliquer sur le plan P1 s'affiche. En cas d'équilibrage sur deux plans, appuyer sur la touche A/B pour afficher la masse de correction sur le plan P2.

Cette page contient les informations suivantes:



1. canal auquel se réfère la correction affichée (par convention, on considère que le capteur du canal A appliqué sur le plan P1, est celui du canal B sur le plan P2)
2. état du canal affiché:
   = validé
   = invalidé
3. capteur connecté au canal
4. correction par adjonction de masses
5. largeur du filtre synchrone
6. valeur de la masse de correction exprimée en unités génériques U: la correspondance entre U et les unités réelles de masse (mg, g, kg, …) est déterminée durant l'étalonnage (voir 6 – **6 Procédure d'étalonnage**).
7. position angulaire où appliquer la masse de correction sur le rotor (de 0° à 359°)
8. vitesse du rotor à laquelle a été effectuée la mesure à partir de laquelle on a calculé la masse de correction
9. type d'équilibrage:



- sur 1 plan (avec 1 capteur)
- 2 plans avec 2 capteurs
- 2 plans avec 1 capteur, appliqué sur P1
- 2 plans avec 1 capteur, appliqué sur P2

Si on effectue un équilibrage sur 2 plans avec un seul capteur, le calcul du balourd ne peut être fait qu'après avoir mesuré la vibration sur les deux plans. Cela requiert que les lancers de mesure soient effectués par paires, en positionnant alternativement le détecteur sur les deux plans. L'indication sur le plan à utiliser à chaque fois est indiquée par le symbole “type d'équilibrage” ainsi que spécifié ci-dessus. Dans cette condition, appuyer sur la touche A/B pour modifier le plan auquel le capteur doit être appliqué, celui-ci doit toujours être

connecté au canal A de l'appareil N300. Le plan sur lequel est appliqué le capteur est aussi celui auquel correspond la correction affichée.



Attention:
Puisque l'équilibrage sur deux plans avec un seul capteur requiert de déplacer plusieurs fois le même détecteur d'un plan à l'autre, celui-ci devra être placé à chaque fois dans la même position. Pour ce faire, il est fortement recommandé de recourir à des trous filetés opportuns, qui consentent de minimiser les erreurs inévitables introduites par le déplacement du capteur. La procédure est de toute façon longue et laborieuse et elle est donc déconseillée aux personnes devant y recourir souvent : ces utilisateurs auront avantage à se doter de deux capteurs.

Appuyer sur la touche OK pour démarrer et arrêter la mesure du balourd et calculer en même temps la masse de correction. .

La plupart du temps, l'équilibrage en service d'un rotor est un processus interactif:

- on effectue une mesure, en déterminant la masse de correction nécessaire
- on ajoute la masse requise sur le rotor, en essayant de respecter le plus possible la valeur et la position
- on effectue une nouvelle mesure du balourd, pour vérifier les effets de la correction faite
- si le balourd résiduel est toujours trop élevé, on procède à une nouvelle correction, et ainsi de suite

Lorsque la correction nécessaire est inférieure à la tolérance désirée, le processus d'équilibrage peut être considéré terminé. À ce point, il est toujours conseillé d'effectuer une vérification de la vibration résiduelle, aussi bien de la composante synchrone *1xRPM* (connectée au balourd), que de la valeur globale *Overall* (générée par d'autres causes). Utiliser, à cet effet, la fonction vibromètre (voir **Chap. 5 - Fonction Vibromètre**) en programmant la même valeur pour la largeur du filtre synchrone.

***Note*:**
Si le signal est instable, la valeur de la mesure peut osciller sensiblement ; dans ces conditions, il est conseillé de diminuer la largeur du filtre synchrone, pour en augmenter la précision (voir **5** – 4 **Largeur filtre synchrone**), et de répéter ensuite l'étalonnage.



Attention:
Pour que les résultats de l'équilibrage soient fiables, la vitesse du rotor durant la mesure doit être le plus possible égale à celle des différentes étapes d'étalonnage. Comme indication générale, on pourra considérer tolérables des variations d'environ 5%, en plus ou en moins.

Pour rappeler à l'opérateur que varier l'un quelconque des paramètres utilisés durant l'équilibrage rend nécessaire une nouvelle procédure d'étalonnage, ces modifications ne sont possibles qu'à partir de la page d'étalonnage (voir **6** – 6 **Procédure d'étalonnage**), et non pas directement à partir de celle de mesure du balourd.

Fonctions additionnelles

En appuyant sur la touche F la barre des fonctions additionnelles affiche les fonctions disponibles dans la page de mesure du balourd de la fonction Équilibrage:

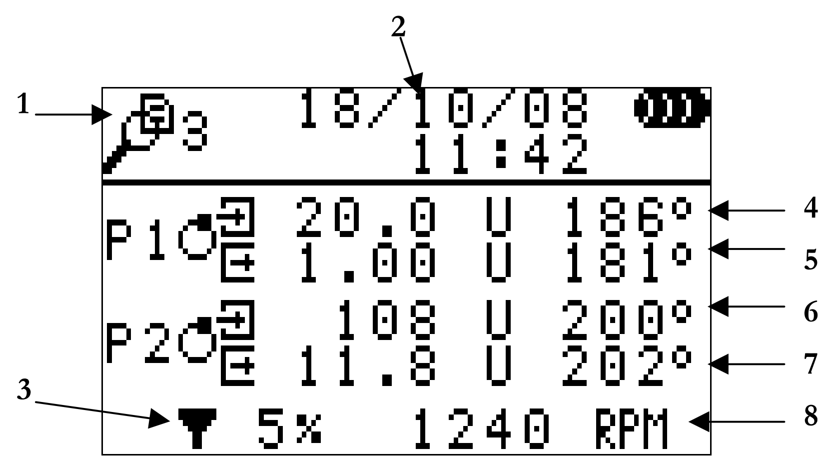
Accès aux valeurs d'étalonnage pour l'équilibrage actuel (voir **6** – 6 **Procédure d'étalonnage**).
La procédure guidée se positionne automatiquement sur la première étape encore à effectuer, ou sur la dernière étape (si toutes les étapes ont été complétées).

Accès aux archives équilibrage (voir paragraphe suivant).

quitter l'équilibrage actuel et démarrer une nouvelle procédure d'étalonnage (voir **6** – 6 **Procédure d'étalonnage).**

Affichage des résultats d'équilibrage depuis les archives

Les équilibrages chargés depuis les archives s'affichent dans un tableau spécial organisé de la manière suivante:



1. numéro de la position dans les archives équilibrages
2. date et heure de la sauvegarde
3. largeur du filtre synchrone
4. valeur (en unité U) et position angulaire du balourd initial sur le plan P1
5. valeur (en unité U) et position angulaire du balourd final sur le plan P1
6. valeur (en unité U) et position angulaire du balourd initial sur le plan P2
7. valeur (en unité U) et position angulaire du balourd final sur le plan P2
8. vitesse de rotation du rotor

Procédure d'étalonnage

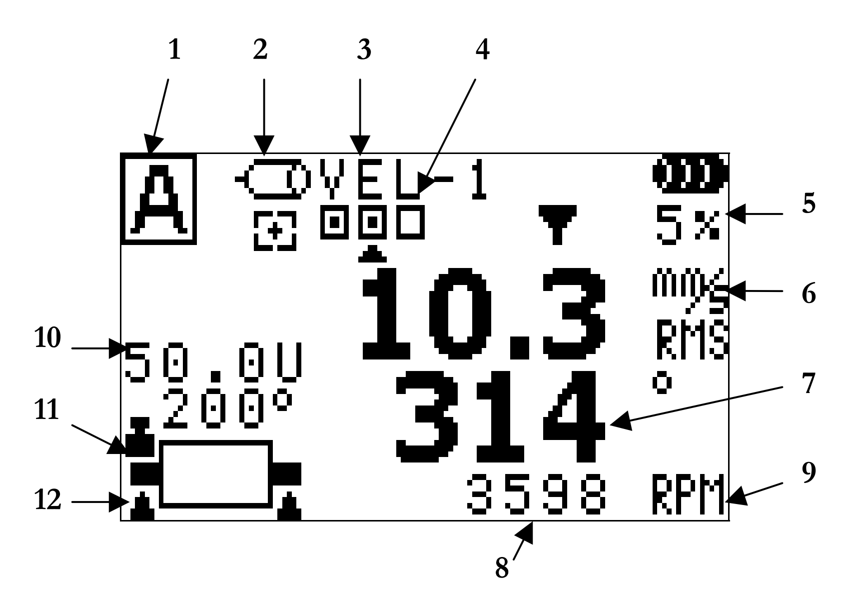
Généralement, l'opération d'étalonnage, nécessaire pour évaluer le balourd d'un rotor est une procédure composée de plusieurs étapes à effectuer les unes après les autres.

- Étalonnage par équilibrage sur un plan :
    1) premier lancer sans masse test
    2) deuxième lancer avec masse test sur le plan d'équilibrage

Étalonnage par équilibrage sur deux plans avec deux capteurs:
    1) premier lancer sans masse test
    2) deuxième lancer avec masse test seulement sur le plan P1 d'équilibrage
    3) troisième lancer avec masse test seulement sur le plan P2 d'équilibrage

- Étalonnage par équilibrage sur deux plans avec un seul capteur:
    1) premier lancer sans masse test, avec capteur sur le plan P1
    2) deuxième lancer sans masse test, avec capteur sur le plan P2
    3) troisième lancer avec masse test sur le plan P1, et capteur sur le plan P1
    4) quatrième lancer avec masse test sur le plan P1, et capteur sur le plan P2
    5) cinquième lancer avec masse test sur le plan P2, et capteur sur le plan P1
    6) sixième lancer avec masse test sur le plan P2, et capteur sur le plan P2

La page d'étalonnage sur l'appareil N300 est organisée comme indiqué dans la figure suivante:



1. canal auquel se réfère la mesure affichée
2. état du canal affiché:
   = validé
   = invalidé
3. type de capteur branché
4. étapes de la procédure d'étalonnage
   ☐ non encore effectué
   ▣ effectué

   L'étape sélectionnée (actuelle), à laquelle se réfèrent les valeurs affichée est indiquée par le symbole ▲
5. largeur du filtre synchrone (voir **5** – 4 **Largeur Filtre Synchrone**)
6. valeur, unité de mesure et type de la vibration synchrone
7. phase de la vibration synchrone (de 0° à 359°)

8. vitesse moyenne du rotor dans l'étape d'étalonnage sélectionnée
9. unité de mesure de la vitesse
10. valeur et position angulaire de la masse di étalonnage
11. plan sur lequel appliquer la masse test
    masse test sur le plan P1
    masse test sur le plan P2
12. plans sur lesquels appliquer les capteurs
    capteur canal A sur P1, capteur canal B sur P2
    capteur canal A sur P1
    capteur canal A sur P2



***Note*:**
La valeur moyenne de la vitesse est très importante, puisque la procédure d'étalonnage ne peut être considérée correctement effectuée que si entre deux étapes, la vitesse ne présente pas de différences supérieures à 5%. Le contrôle de cette condition est laissé à l'opérateur.

Programmation de mesure

Pour modifier les programmations utilisées pour l'équilibrage, appuyer sur **seulement** après avoir sélectionné la première étape de la procédure d'étalonnage. Le paramètre pouvant être modifié s'affiche en négatif. Appuyer sur les flèches et pour faire défiler toutes les valeurs pouvant être sélectionnées

L'appui sur et , au contraire, permet de passer au paramètre précédent ou suivant.

Appuyer sur pour valider les nouvelles valeurs des paramètres. Appuyer sur  pour quitter la programmation sans modifier les valeurs préexistantes.

1. État du canal

Si vous ne disposez que d'un seul capteur, il suffit d'invalider le canal B ; dans ce cas, pour l'équilibrage sur deux plans, l'appareil se commutera automatiquement sur la procédure avec un seul capteur, sans aucune intervention de l'opérateur.

Note:
Si un client dispose seulement d'un capteur, il suffira qu'il invalide le canal B la première fois après l'achat de l'instrument. L'appareil mémorisera cette programmation, qui ne devra plus être insérée à chaque fois. En cas d'achat d'un deuxième capteur, il suffira de valider aussi le canal B pour pouvoir effectuer l'équilibrage sur deux plans avec deux capteurs (plus simple, plus court et moins exposé à des erreurs)

2. **Type de capteur**
   Mêmes explications que celles indiquées au point **5**.2 – **Type de capteur.**

3. **Largeur du filtre synchrone**
   Mêmes explications que celles indiquées au point **5**.4 – **Largeur du filtre synchrone.**

4. **Unité de mesure**
   Mêmes explications que celles indiquées au point **5**.2 – **Unité de mesure.**

5. **Type de vibration**
   Mêmes explications que celles indiquées au point **5**.2 – **Type de vibration.**

6. **Unité de fréquence**
   Mêmes explications que celles indiquées au point **5**.3 – **Unité de fréquence.**

7. **Type di équilibrage**
   - sur le plan 1
   - su 2 plans (avec 1 ou 2 capteurs, déterminé selon l'état du canal B)

8. **Masse test**
   L'étalonnage requiert l'utilisation d'une ou de plusieurs masses test, à appliquer dans une position connue sur différents plans de correction. Ces deux paramètres doivent être programmés avec les fonctions additionnelles

    valeur masse test

    position masse test

   accessibles à partir de la barre habituelle, seulement en correspondance de la première étape où la masse doit être appliquée.
   - étape n°2 per l'équilibrage sur un seul plan
   - étape n°2 pour la masse sur P1 lors de l'équilibrage sur deux plans avec deux capteurs
   - étape n°3 pour la masse sur P2 lors de l'équilibrage sur deux plans avec deux capteurs
   - étape n°3 pour la masse sur P1 lors de l'équilibrage sur deux plans avec un seul capteur
   - étape n°5 pour la masse sur P2 lors de l'équilibrage sur deux plans avec un seul capteur

Les valeurs voulues peuvent être obtenues en intervenant sur un chiffre à la fois. Les flèches et augmentent ou diminuent d'une unité le chiffre sélectionné (affiché en négatif). Appuyer sur et sur , pour sélectionner respectivement le chiffre à gauche ou celui à droite.
À la fin, appuyer sur OK pour valider, ou sur pour annuler.
Pour couvrir les différentes exigences d'utilisation, en cas d'équilibrage sur deux plans, on pourra spécifier une masse test différente (valeur et position angulaire) sur le plan P1 et sur le plan P2.

***Note*:**
La valeur de la masse test doit être indiquée en unités génériques U : l'opérateur pourra décider en toute autonomie de faire correspondre ces U aux unités physiques qu'il préfère (mg, g, kg, …), en tenant compte que même le balourd et la correction nécessaires seront indiqués dans les mêmes unités U.



***Attention*:**
La masse test est choisie correctement si chacun des lancers produit une variation suffisante de la vibration, par rapport à celle du lancer initial.
Cette prescription peut être considérée satisfaite dans au moins un des cas suivants :
- variation du module d'au moins 30%
- variation de la phase d'au moins 30°

La mesure des vibrations dans les différentes étapes de l'étalonnage peut être démarrée et arrêtée en appuyant sur la touche . Si la valeur est assez stable pour ne pas demander la répétition de la mesure, vous pouvez aller à l'étape suivante en appuyant sur
La pression sur après la dernière étape d'étalonnage, affiche la page de calcul de la correction du balourd, en proposant à l'opérateur les masses de corrections nécessaires.

Chapitre 7

Programme CEMB N-Pro (option)

Les données mémorisées avec l'appareils N100 et N300 peuvent être facilement téléchargées sur un PC, traitées et sauvegardées sur le disque dur, puis analysées, comparées et imprimées.
Ces opérations sont possibles grâce au logiciel CEMB N-Pro (*Professional Environment for N-Instruments*), disponible pour les systèmes d'exploitation Microsoft Windows.
Son interface a été attentivement étudiée pour rendre son utilisation intuitive et, par conséquent, extrêmement simple même pour les utilisateurs peu expérimentés.

> ***Note***
> Dans ce chapitre sont utilisées les expressions génériques d'"*instrument N*" ou d'"*appareil N*" désignant seulement les modèles N100 et N300 avec lesquels le logiciel CEMB N-Pro peut être utilisé (communication, organisation des données dans les archives, impression, …).
> Au contraire, le programme CEMB N-Pro ne peut pas être utilisé avec d'autres instruments CEMB, même si ceux-ci sont de la famille N.

Critères du système

L'installation et l'utilisation du programme CEMB N-Pro requièrent:

- processeur : au moins Intel Pentium IV 1GHz, ou équivalent Athlon;
- mémoire: 512Mo (conseillée: 1Go ou supérieure);
- espace sur le disque : au moins 400Mo libres avant l'installation (ne comprend pas l'espace ensuite occupé par les archives des données);
- Système d'exploitation :
    - Microsoft Windows 2000 au moins Service Pack 4
    - Microsoft Windows XP au moins Service Pack 2
    - Microsoft Windows Vista
    - Microsoft Windows 7
- résolution vidéo 1024x768 ou supérieure.

Installation du logiciel

Pour installer le logiciel CEMB N-Pro, lancer le programme *setup.exe*, présent dans le CD-ROM, et cliquer ensuite sur la touche [Next >>] sans changer aucune option.
Le logiciel sera ainsi installé dans le *directory* prédéfini pour les programmes.



> ***Attention:***
> Durant l'installation du logiciel, un dossier est créé contenant les drivers pour la communication USB: il est donc important que logiciel CEMB N-Pro soit installé **avant** de connecter l'appareil N100 ou N300 au PC, sous risque de dysfonctionnements.

> ***Note:***
> En cas d'installation sur le système d'exploitation Windows Vista et Windows 7, les opérations ci-après devront être complétées pour pouvoir utiliser le logiciel :
> - avec la touche droite de la souris, cliquer sur l'icône du programme CEMB N-Pro sur le *desktop*
> - sélectionner le menu '**Compatibilité**'
> - valider l'option '**Exécuter programme en mode fonctionnant pour:**' et sélectionner '**Windows XP (Service Pack 2)**'
> - valider l'option '**Exécuter programme comme administrateur**'
> - appuyer sur **OK**

Installation des drivers pour la communication USB avec les instruments N100 et N300

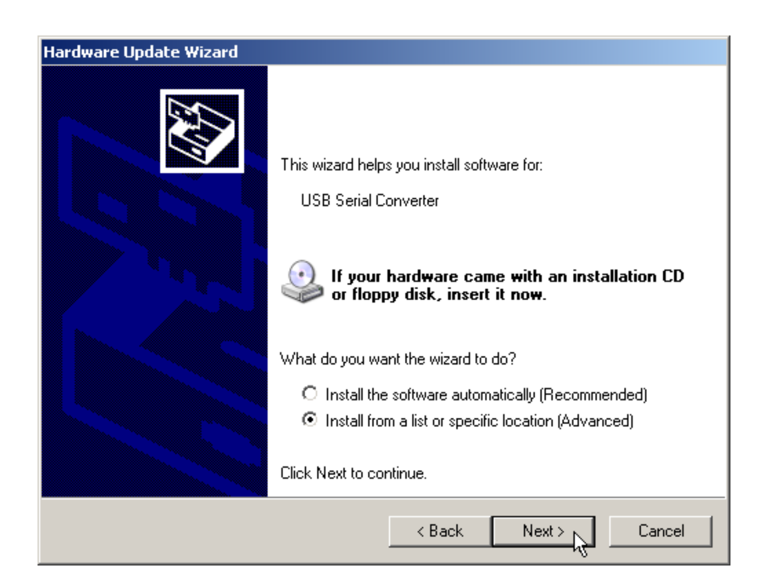
Seulement après avoir correctement installé le logiciel CEMB N-Pro, brancher l'appareil N au PC en utilisant le câble USB fourni ; après quelques secondes, le message suivant s'affiche:

- **Nouveau matériel trouvé**
- **USB <-> Série**

dans la barre des applications de Windows (coin en bas à droite).
Ensuite, la fenêtre de la procédure guidée d'adjonction d'un nouveau matériel s'affiche.
À la demande d'autoriser Windows à se connecter à Internet pour créer les drivers, sélectionner l'option '**Non, pas cette fois**' et appuyer sur '**Continuer >**'.



- Sélectionner ensuite '**Installer d'une position spécifique (Avancé)**' et appuyer sur '**Continuer >**'.



Valider les options '**Chercher le meilleur driver dans ces parcours**' et '**Inclure ce parcours dans la recherche**'. Avec la touche '**Chercher**' sélectionner le sous-dossier '**USB driver**' de celui où est installé le logiciel CEMB N-Pro. À ce point seulement appuyer sur '**Continuer >**'.
À la fin de cette procédure guidée, le matériel '**USB Serial Converter**' sera correctement installé.
Attendre l'affichage, dans la barre des applications de Windows, du nouveau message:

- **Nouveau matériel trouvé**
- **USB Port série**

et l'affichage d'une seconde fenêtre pour la procédure guidée d'adjonction d'un nouveau matériel.
Répéter exactement la même marche pour installer le matériel '**USB Serial Converter**'.

À ce point seulement la communication entre le PC et les appareils N100 - N300 peut se faire correctement.

Note:
Pour pouvoir installer correctement le logiciel et les drivers, il faut posséder les droits d'administrateur sur le PC utilisé ; pour ce faire, effectuer un *login* comme utilisateur *Administrateur*.

Activation du logiciel

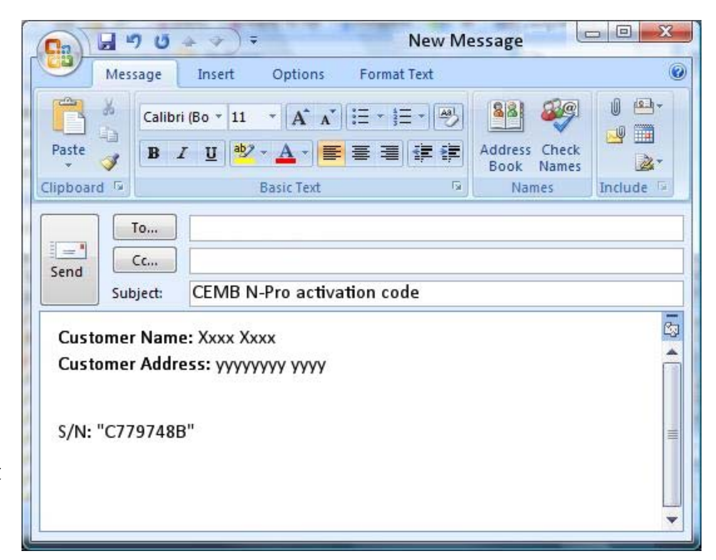
Lors de la première exécution du logiciel, un *pop-up* s'affiche avec le numéro de série (S/N) du logiciel ; le programme demande alors d'entrer le code d'activation correspondant.

Vous pouvez obtenir ce code en adressant un e-mail au service après-vente CEMB, département Analyse Vibrations (voir *www.cemb.com*)

en spécifiant l'objet :

"CEMB N-Pro activation code"

et en indiquant dans le message vos coordonnées et le numéro de série (S/N) visible dans le *pop-up*.



Le service après-vente CEMB vous répondra par un e-mail contenant votre code d'activation (AC)

Il vous faudra alors entrer ce code pour compléter la procédure d'enregistrement et permettre l'utilisation du logiciel.



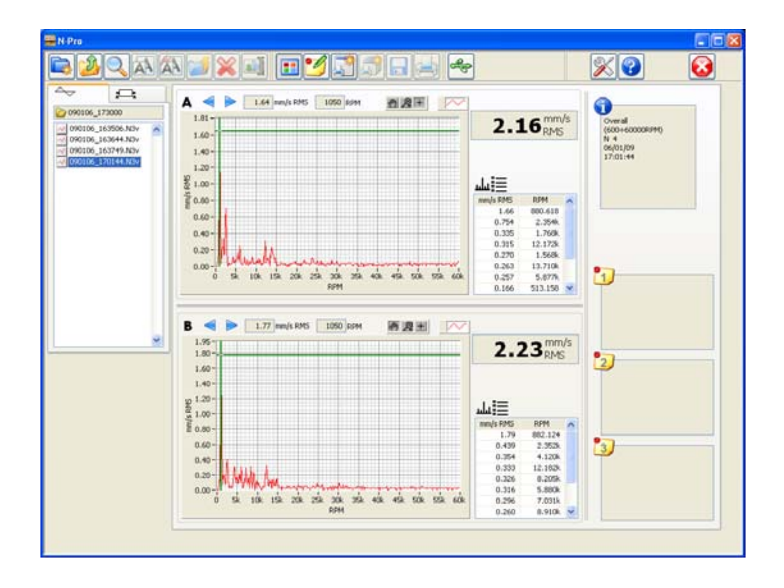
Attention:
Pour pouvoir compléter avec succès l'enregistrement du logiciel CEMB N-Pro, il faudra le lancer avec les droits d'administrateur sur le PC. Ce programme pourra être ensuite exécuté même par des utilisateurs munis de droits plus limités.

Note:
L'appui sur **"Enregistrer après"** permet une utilisation temporaire du logiciel, dans l'attente de recevoir le code d'activation correct de la part du service après-vente CEMB.



Attention:
L'installation du logiciel CEMB N-Pro nécessite d'un code d'activation différent sur chaque PC, chacun desquels doit être demandé à CEMB avec les modalités décrites ci-dessus.

Utilisation du logiciel



L'accès complet à toutes les fonctions disponibles dans le logiciel CEMB N-Pro est possible à travers les touches de la barre des fonctions située en haut de la page.
À gauche s'affiche toujours le contenu des archives données, subdivisé en:

- mesures de vibration (d'*overall*, ou synchrones)
- équilibrages

Tout l'espace restant est réservé à des informations contextuelles à la fonction tour à tour active, comme décrit aux paragraphes suivants.

Barre des fonctions

Dans la barre des fonctions, les touches sont groupées selon leur typologie:

- **fonctions concernant les archives des données:**
  - crée un nouveau dossier
  - affiche le contenu du dossier supérieur
  - cherche dans les archives
  - copie l'élément sélectionné
  - déplace l'élément sélectionné
  - colle dans la position affichée l'élément à copier ou à déplacer
  - élimine l'élément sélectionné
  - renomme l'élément sélectionné

- **fonctions pour l'affichage des éléments des archives:**
  -  affiche l'élément sélectionné
  -  modification des notes associées à l'élément (mesure de vibration ou équilibrage) affiché. Pour une flexibilité maximale, à chaque élément peuvent être associées 3 notes différentes: l'utilisateur est libre d'insérer les informations qu'il estime les plus opportunes au cas par cas.
  -  génère et affiche un *report* de l'élément sélectionné
  -  génère et affiche un *multi-report* des éléments sélectionnés
  -  sauvegarde le *report* (ou *multi-report*) généré
  - imprime le *report* (ou *multi-report*) généré

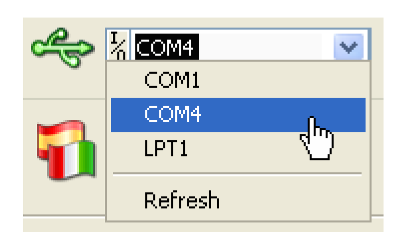
- **fonction pour le téléchargement des appareils N100 et N300:**
  -  démarre / quitte la procédure automatique de téléchargement des données de l'appareil N à travers la connexion USB

- **fonctions d'utilisation générale:**
  -  ouvre la fenêtre Programmations
  -  affiche un panneau contenant les informations sur le logiciel (producteur, version, …)
  -  quitte le programme

Programmations générales

Programmer dans cette fenêtre les paramètres généraux de fonctionnement du *logiciel* CEMB N-Pro, tels:

- le port du PC auquel sera branché l'appareil N
  qui sera un des ports série COMx disponibles, et énumérés en cliquant sur le menu défilant



Note:
Pour sélectionner correctement le port, suivre la marche ci-après :

- l'instrument N **n'étant pas branché** au PC, cliquer sur le menu défilant et sélectionner *Refresh*, en notant la liste des ports disponibles
- brancher l'instrument N au PC et attendre quelques secondes
- cliquer de nouveau sur le menu défilant et sélectionner *Refresh*
- le port auquel l'appareil a été branché est celui qui a été ajouté par rapport à la liste précédemment notée.



Attention:
Il est conseillé de toujours brancher l'instrument N au même port USB du PC. Dans le cas contraire, il faudra modifier le numéro du port COM dans la fenêtre Programmations Générales et, dans certains cas, même répéter l'installation des drivers USB.

- la langue des messages
  que l 'on peut choisir dans un menu défilant entre :
  - Italiano
  - English
  - Français
  - Deutsch
  - Español

- Le parcours du dossier de la base (DB_N-Pro) des archives données sur le PC
  à l'intérieur duquel le programme crée les sous-dossiers
  - vibr pour les mesures de vibration
  - bal pour les données d'équilibrage

Après avoir programmé les valeurs désirées, appuyer sur .
Pour quitter la fenêtre sans effectuer aucune programmation, appuyer sur .

Lecture des données de l'instrument N100 ou N300

Après avoir branché l'instrument N au PC, avoir vérifié et, éventuellement, modifié la programmation du port USB, avec le logiciel CEMB N-Pro, vous pouvez effectuer en automatique la lecture de toutes les mesures présentes dans les archives, de l'instrument N, simplement en appuyant sur .
Après quoi, il suffira d'attendre l'affichage du message qui signale la fin de cette opération, sans appuyer sur aucune touche. Le progrès de la lecture des données est signalé par le remplissage progressif d'une barre horizontale. Dans chacune des deux archives (vibration et équilibrage), cette procédure crée un dossier dont le nom est obtenu en partant de la date et de l'heure actuelles sous la forme AAMMJJ_hhmmss où:

- AA = deux derniers chiffres de l'année
- MM = mois de l'année (01 janvier; 02 février; … 12 décembre)
- JJ = jour du mois
- hh = heure du jour (00 … 23)
- mm = minutes (00 … 59)
- ss = secondes (00 … 59)

de cette manière, les mesures s'afficheront automatiquement par ordre de téléchargement.

Les utilisateurs ayant des exigences particulières, ou plus avancées, peuvent renommer ce dossier à leur gré, ainsi que copier ou déplacer tout ou partie du contenu là où ils le désirent.

Note:
L'appui sur avant la fin du téléchargement provoque l'arrêt immédiat de cette opération qui, de ce fait, ne sera pas complétée.

Note:
La lecture des données depuis l'instrument ne modifie en aucune manière les archives présentes dans l'appareil: après avoir vérifié le téléchargement correct sur le PC, l'opérateur peut décider de les éliminer de l'instrument, comme décrit au point **2** – 4 **Archives mesures.**

Note:
Les données d'équilibrage sont uniquement disponibles pour l'appareil N300. Le modèle N100, au contraire, effectue et mémorise seulement les mesures de vibration.

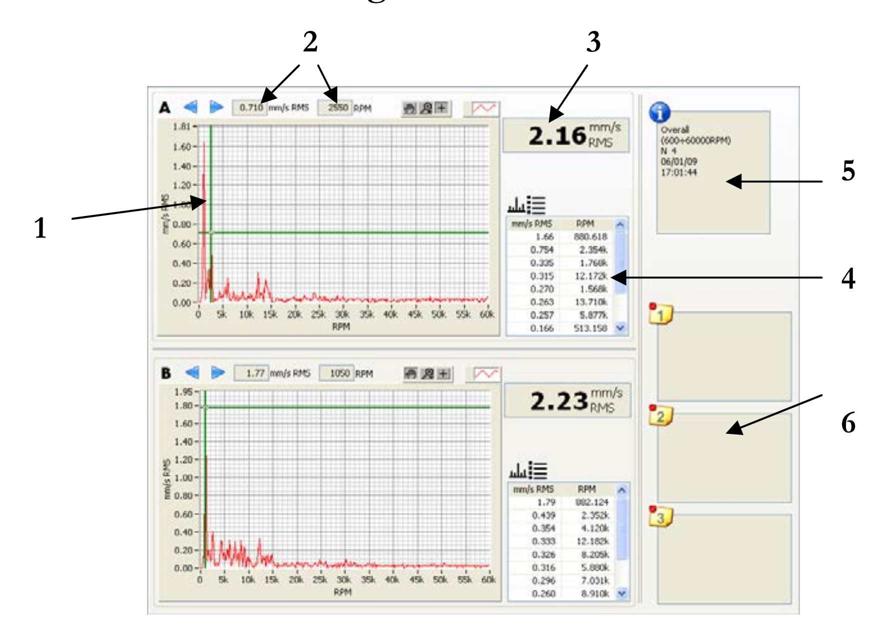
Archives données téléchargées depuis l'instrument N100 ou N300

Le logiciel CEMB N-Pro subdivise les archives des données sur le PC en deux sous-archives, une pour les mesures de vibration (symbole) et une pour les données d'équilibrage (), que l'utilisateur peut librement organiser à son gré.
La touche permet de créer des dossiers et des sous-dossiers pour subdiviser les données, par exemple, par typologie, par date, opérateur, lieu … . Avec les touches , et , il peut copier ou déplacer des fichiers un à un ou d'entiers dossiers. Par le simple appui sur une touche, il peut également renommer ou éliminer un élément.
Pour faciliter l'utilisation des archives des mesures, une fonction de recherche, très utile, , est également disponible, avec laquelle insérer le nom de ce que l'on désire chercher (ou une partie de celui-ci).
Au cas où plusieurs éléments correspondant à ce qui est cherché seraient présents dans les archives, ceux-ci seront présentés en séquence en appuyant sur la touche "Trouver suivant"

Affichage des données présentes dans les archives

Sélectionner un fichier des archives et appuyer sur la touche pour afficher le contenu de manière claire et détaillée. Pour les différentes typologies de donnée on aura:

Mesure de la valeur globale de vibration:



1. graphique du spectre (non affichable directement sur l'instrument N100 ou N300)
2. position et valeur du curseur
3. valeur globale de vibration
4. liste des pics
5. informations et paramètres de la mesure
6. notes associées à la mesure

Fonctions spécifiques pour les graphiques du spectre:

- Curseur

Sur le graphique se trouve un curseur qui peut être déplacé d'un pas à la fois, à gauche ou à droite, en cliquant sur

En sélectionnant on pourra cliquer directement sur le curseur et, en gardant appuyée la touche gauche de la souris, la traîner rapidement dans la position désirée.

- Zoom

Cliquer sur la touche pour sélectionner une des différentes modalités de zoom :

- (agrandir rectangle) : cliquer sur un point et traîner le curseur pour sélectionner le rectangle que l'on désire agrandir ;

- (zoom x) cliquer sur un point et en déplacer horizontalement le curseur, pour sélectionner la portion d'axe x que l'on désire agrandir ;

- (zoom y) : cliquer sur un point et en déplacer verticalement le curseur, pour sélectionner la portion d'axe x que l'on désire agrandir ;

- (autoscale) : cliquer sur le graphique pour programmer automatiquement les axes aux valeurs les plus appropriées, sur la base de ce qui s'affiche;

- (zoom in) : cliquer sur un point pour agrandir la partie autour de ce point ;

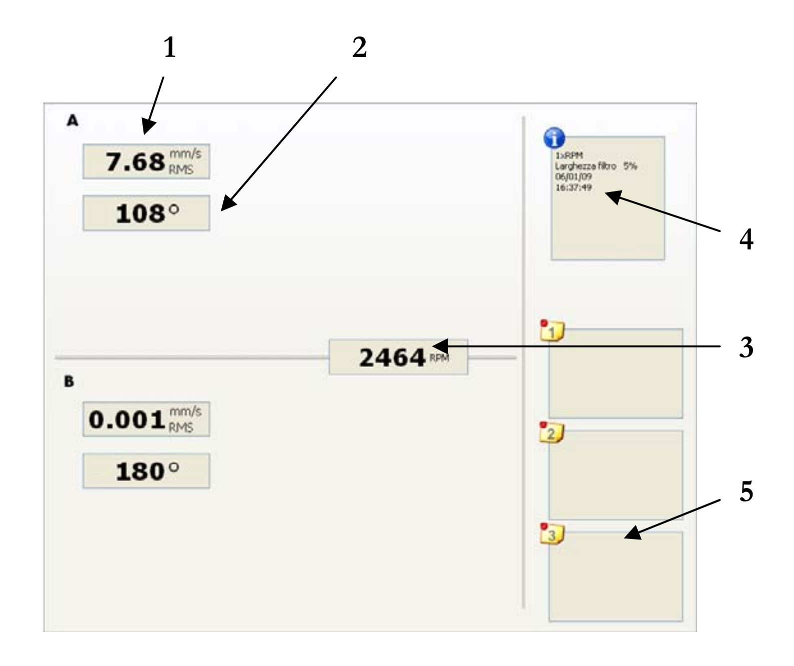
- zoom out) : cliquer sur un point pour afficher une zone plus ample autour de ce point ;

Déplacement du graphique dans la fenêtre

Sélectionner , ensuite cliquer sur un point du graphique et sans relâcher la touche de la souris, déplacer tout le graphique à l'intérieur de la fenêtre. Pratiquement, cela correspond à changer les extrêmes, minimum et maximum, des deux axes, sans cependant altérer l'échelle. En amenant le curseur hors de la fenêtre, le graphique retourne à la position avant le déplacement.

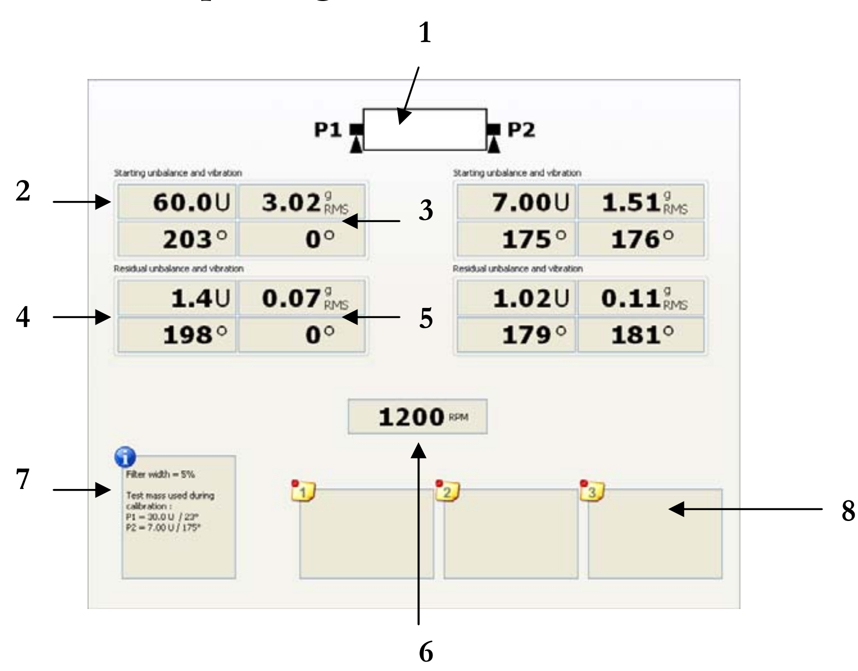
Note:
Les valeurs minimum et maximum des axes peuvent être modifiées une à une simplement en cliquant dessus et en entrant une nouvelle valeur avec le clavier.

Mesure de la valeur synchrone de vibration:



1. amplitude de la valeur synchrone de vibration
2. phase de la valeur synchrone de vibration
3. fréquence de la valeur synchrone de vibration
4. informations et paramètres de la mesure
5. notes associées à la mesure

Données d'équilibrage:



1. typologie d'équilibrage (sur un ou deux plans)
2. valeur (en unités génériques U) et phase du balourd initial
3. valeur et phase de la vibration initiale

4. valeur (en unités génériques U) et phase du balourd final (c'est-à-dire après l'équilibrage)
5. valeur et phase de la vibration finale (c'est-à-dire après l'équilibrage)
6. vitesse du rotor
7. informations et paramètres de l'équilibrage
8. notes associées à l'équilibrage

Les notes associées à chaque mesure peuvent être insérées ou modifiées à chaque instant en appuyant sur . Cette possibilité constitue une aide valable dans la phase de post-analyse des données: l'utilisateur peut ajouter des observations ou des commentaires relatifs aux valeurs ou au type de mesure, mais aussi aux conditions d'acquisition. On peut également insérer un mémoire pour les interventions futures, de même que les notes considérées importantes.
Par exemple, en cas d'équilibrage, il est conseillé de spécifier à quelles unités physiques (mg, g, kg, g· mm, g· cm, g· m, …) correspondent les unités génériques U.

Génération et impression des certificats (*reports*)

Le logiciel CEMB N-Pro permet de créer et d'imprimer avec extrême facilité des certificats personnalisés, aussi bien d'analyse des vibrations que d'équilibrage.

Après avoir appuyé sur la touche , il suffit de sélectionner un modèle (*template*) pour le certificat qu'on désire générer. Ce modèle est un simple fichier HTML que l'utilisateur peut créer ou personnaliser selon ses nécessités, en utilisant un éditeur HTML quelconque. Le programme CEMB N-Pro génère un *report* en remplaçant automatiquement dans le *template* un certain nombre de codes prédéfinis par les valeurs correspondantes de la mesure affichée.
Le résultat s'affiche ensuite dans une fenêtre, et on valide les fonctions:



Pour sauvegarder le *report* venant d'être généré, en spécifiant son nom et sa position



Pour imprimer le *report* affiché, en sélectionnant une imprimante parmi celles installées sur le PC.

Note:
Si le PC est déjà doté d'une imprimante PDF virtuelle (ex. *PDFCreator*, …), il suffira de la sélectionner pour obtenir un certificat sous le format *PDF* au lieu de sur papier. Vous pourrez sauvegarder ce certificat sur le disque dans la position et avec le nom désirés, en permettant un archivage aisé et son envoi par *e-mail.*
À tout moment, vous pourrez obtenir une copie sur papier en imprimant le document *PDF.*

Note:
Pour faciliter l'utilisateur, le programme CEMB N-Pro met à votre disposition quelques *templates* de démonstration, qui peuvent être utilisés comme base pour des personnalisations successives. Ces modèles se trouvent dans le sous-dossier *Report Templates* du directory *N-Pro* où est installé le programme.



Attention:
Si vous désirez personnaliser un des *templates* déjà présents dans le dossier *Report Templates,* il faudra sauvegarder le modèle modifié avec un nom différent, ou dans un dossier différent. En effet, une mise à jour successive du logiciel N-Pro, écrira par écrasement les *templates* distribués par CEMB avec le programme.

Note:
La liste des codes utilisables dans les *template* et leur signification, de même que quelques suggestions pour la création de certificats personnalisés, sont indiquées dans **l'Appendice D**.

Génération et impression de certificats de mesures multiples (*multi-report*)

À partir de la version 1.3 le logiciel CEMB N-Pro permet de créer et d'imprimer avec extrême facilité des certificats personnalisés comprenant les données de mesure et d'équilibrage différents. Cela permet de grouper en un seul document une série de mesures effectuées en des temps successifs, également pour des points différents de différentes machines.
Le certificat est complètement personnalisable grâce à l'extension du concept de *template :* les codes prédéfinis pour un rapport multiple sont formés de deux parties

- le code de l'information à remplacer (identique au *report* d'une mesure simple)
- le numéro progressif de la mesure à laquelle le code se réfère

Les étapes pour générer un rapport multiple sont très simples :

1. avec 'CTRL + click' ou 'SHIFT + click' sélectionner des archives des données toutes les mesures à inclure dans le *multi-report*, qui doivent être contenues dans un seul dossier
2. appuyer sur la touche
3. sélectionner le *template* désiré

Note :
La description, la liste et la signification des codes utilisables dans les *templates* des *multi-reports* sont indiquées **dans l'Appendice D**.

Appendice A
Données techniques de l'appareil N300

- **Appareil**
  - Dimensions : (W x L x H): 84 x 180 x 52.5 mm
  - Poids: 385g avec batterie

- **Champ de travail**
  - Température : de -10° à +50° C
  - Humidité de l'air : de 0 à 95% sans condensation

- **Alimentation**
  - Batterie au lithium rechargeable de 1,8 Ah
  - Temps de charge : moins de 5 heures (avec batterie complètement déchargée)
  - Chargeur de batterie :
    - entrée 100-240 VCA, 50/60 Hz, 0.2A
    - sortie 8.4VCC, 0.71A, 6.0W MAX
  - autonomie : plus de 8 heures pour une utilisation normale de l'appareil

- **Afficheur**
  - STN monochrome 128x64 pixels
  - Rétroéclairage par leds

- **Clavier**
  - 9 touches plus celle de branchement / débranchement

- **Canaux en entrée**
  - 2 canaux de mesure (alimentation CC max 5 mA, validés automatiquement ou non selon le type de capteur)
  - 1 canal photocellule (vitesse et référence angulaire)

- **Capteurs pouvant être branchés**
  - accéléromètre CEMB TA-18S
  - vélocimètre CEMB T1/40
  - accéléromètre ou vélocimètre générique, avec signal max 4 V-PP
  - photocellule 60-18.000 RPM
  - photocellule haute vitesse jusqu'à 60 000 RPM.

- **Spécifications de mesure**
  - Convertisseur A/D : résolution 16 bits
  - Nombre de moyennes : de 1 à 16
  - Largeur filtre synchrone: de 1% à 100%
  - Champ de fréquence : jusqu'à 1kHz (60kRPM) max
  - Capacité de mémorisation des données : max 10 mesures de vibrations et 10 équilibrages
  - Limite d'erreur de l'instrument : 5%

Appendice B

Critères d'appréciation

TABLEAU A

CATÉGORIES DE MACHINES POUR LES CRITÈRES D'APPRÉCIATION

Groupe selon ISO 10816 VDI 2056	MACHINES
I – K	Parties de machines qui, dans les conditions de fonctionnement normal, sont strictement solidaires avec l'ensemble de la machine. Rectifieuses. Aléseuses. Moteurs électriques (jusqu'à 15 kW) avec une bonne exigence d'équilibrage, par exemple pour des fraises de dentiste, des aérosols, des appareils électromédicaux et des électroménagers de haute qualité. Turbines et compresseurs de moteurs à jet. Compresseurs rapides.
II – M	Machines de moyennes dimensions, comme les moteurs électriques de 15 à 100 kW, sans fondations particulières. Tours. Fraiseuses. Machines et actionnements jusqu'à 300 kW de construction rigide, sans parties en mouvement alternatif, sur fondations propres. Moteurs électriques de série avec une hauteur de l'axe inférieure à 130 mm.
III – G	Catégorie moyenne plus commune pour une première approximation. A cette catégorie appartiennent les machines qui ne trouvent pas place dans d'autres catégories. Grandes machines avec fondations rigides et lourdes, sans masses avec un mouvement alternatif. Turbines à gaz, à vapeur, turbosoufflantes, grands alternateurs. Moteurs normaux en général et, en particulier, moteur avec une hauteur de l'axe de 130 à 230 mm. Ventilateurs rigides (classe A). Parties de machines-outils.
IV – T	Grandes machines avec fondations à basse rigidité, sans masses en mouvement alternatif. Turbines, alternateurs, grands moteurs, sur fondations légères et sur bateaux. Moteurs électriques avec une hauteur de l'axe de 230 à 330 mm. Machines hydrauliques, pompes centrifuges. Ventilateurs sur structure élastique (classe B). Réducteurs de turbines. Machines opératrices à hautes exigences : pour impression, filatures, fabriques de papier.
V – D	Machines avec masses alternatives non équilibrables, sur fondations rigides dans la direction des plus grandes vibrations. Ventilateurs sur antivibrants (classe C). Moteurs avec vilebrequins à six cylindres ou plus, sur fondations propres. Moteurs à pistons pour voitures, camions, locomotrices non montés sur isolants durant les essais. Machines opératrices avec masses non équilibrables, comme des métiers à tisser, des écrémeuses, des épurateurs centrifuges, des machines à laver seulement si fixées sur des socles rigides sans amortisseurs.
VI – S	Machines avec masses dotées d'un mouvement alternatif non équilibrables, montées sur fondations élastiques. Machines avec masses rotatives libres, avec des balourds variables non compensables, avec montage élastique, fonctionnant sans liaisons rigides avec d'autres parties, comme : des machines à laver, des tambours centrifuges, des tamis à vibration, des machines pour les tests de fatigue des matériaux, des machines vibrantes pour des procédés technologiques, des batteuses de moulins et des vibrateurs. Machines agricoles, moulins concasseurs, batteuses. Moteurs à 4 cylindres ou plus montés sur des véhicules et des locomoteurs. Moteurs diesel à 4 cylindres ou plus. Moteurs diesels marins. Grands moteurs à deux temps.

CRITÈRES D'APPRÉCIATION BASÉS SUR LA VITESSE DE VIBRATION MESURÉE SUR DES PARTIES FIXES

Pour presque toutes les machines, la mesure de la vitesse totale de la vibration en valeur efficace (RMS) sur des parties fixes de la structure est à même de caractériser la machine du point de vue vibratoire.

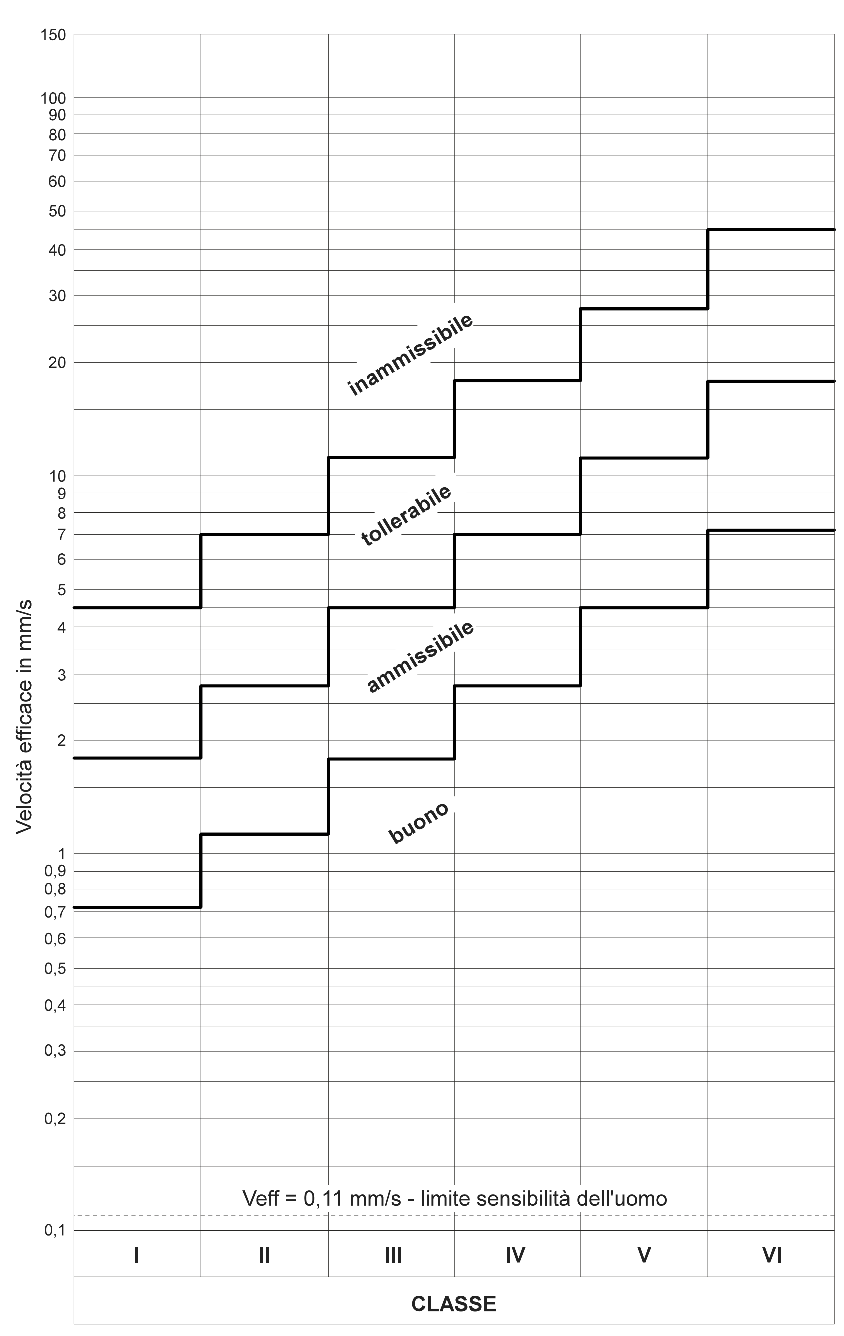
La valeur totale est calculée dans le champ de fréquence 10 ÷ 1000 Hz ou, pour des machines lentes (< 600 RPM) dans le champ 2 ÷ 1000 Hz. Référence est faite à la vitesse maximum sur le support dans les trois directions de mesure.

L'utilisation du **Tableau A** permet de déterminer la classe d'appartenance de la machine en examen. Le graphique de la page **B** - 3 fournit une appréciation de l'état vibratoire, par exemple, si la vibration mesurée sur le support d'une rectifieuse classe 1) est de 5 mm/s (RMS) l'appréciation est : la vibration est inadmissible, c'est pourquoi il faudra en déceler la cause et l'éliminer.

Le critère basé sur la vitesse est valable pour les fréquences comprises entre 10 Hz et 400 Hz. Au-dessous de la fréquence de 10 Hz, les appréciations obtenues pourraient être erronées parce que les vibrations, bien qu'ayant des vitesses admissibles, auraient des amplitudes de déplacement prohibitives.

Pour des fréquences inférieures à 10 Hz, il faudra considérer le critère basé sur les déplacements. Au contraire, pour des fréquences supérieures à 400 Hz, parfois même dans le champ de 300 à 400 Hz, les appréciations sur la base de la vitesse doivent être considérées avec précaution, étant donné qu'à ces fréquences, certains phénomènes assument un aspect différent et qu'il faut tenir compte de l'énergie irradiée dans l'environnement, des vibrations de l'édifice ou de l'environnement (bateau, avion, véhicule) et des troubles physiologiques de l'homme. Pour d'autres fréquences, les mesures d'accélération peuvent être utiles.

La classification du **Tableau A** et les valeurs d'acceptabilité illustrées dans le graphique sont conformes à la norme ISO 10816 de manière partielle. La norme ISO ne contemple pas les classes V et VI ; en outre, elle renvoie à des normes spécifiques déjà publiées ou qui seront publiées pour chaque type de machine (moteurs électriques, machines hydrauliques, turbines à gaz, etc.).



Vitesse efficace en mm/s

Inadmissible
Tolérable
Admissible
Bonne

Veff = 0,11 mm/s – limite sensibilité de l’homme
CLASSE

Graphique pour apprécier les vibrations mécaniques sur la base de la vitesse efficace de vibration.

Appendice C

Guide à l'interprétation d'un spectre

CAS TYPIQUES DE VIBRATIONS DES MACHINES

1. GUIDE RAPIDE DE PREMIERE ORIENTATION

Valeurs mesurées lors du contrôle

- f = fréquence de vibration [cycles/min] ou [Hz]
- s = amplitude de déplacement [μm]
- v = vitesse de vibration [mm/s]
- a = accélération de vibration [g]
- n = vitesse de rotation d'une pièce [tours/min]

Relèvement fréquence	Causes	Notes
1) f = n	Balourds de corps rotatifs.	Intensité proportionnelle au balourd, principalement en direction radiale, augmente avec la vitesse.
	Fléchissement du rotor.	Parfois, vibrations très sensibles.
	Résonance de corps rotatifs.	Vitesse critique près de n, intensité de vibration très élevée.
	Roulements montés excentriques.	Il est préférable d'équilibrer le rotor monté sur ses roulements.
	Désalignements	Présence également d'une vibration axiale importante, plus de 50% de la vibration transversale; même fréquentes $f = 2n$, $3n$.
	Excentricité des poulies, engrenages, etc.	Lorsque l'axe de rotation ne coïncide pas avec l'axe géométrique.
	Irrégularité du champ magnétique dans des machines électriques	La vibration disparaît en coupant le courant.
	Courroie ayant pour longueur un multiple exact du développement de la poulie.	Avec le stroboscope, on peut bloquer simultanément la courroie et la poulie.
	Engrenage avec une dent défectueuse	Souvent, une vibration de balourd se superpose.
	Forces alternes	Présence de la seconde et de la troisième harmonique.
2) $f \cong n$ avec cognements	Superposition de défauts de balourd mécanique et irrégularité du champ magnétique.	Dans les moteurs asynchrones; le cognement est dû au coulissement.
3) $f \cong (0{,}40 \div 0{,}45)\ n$	Roulements à glissement avec lubrification défectueuse.	Pour n élevé, au-dessus de la 1° critique. Contrôler au stroboscope. Mouvement de précession du pivot (oil whirl).
	Cage roulement défectueuse.	Eventuelles harmoniques
4) $f = ½\ n$	Faiblesse mécanique du rotor. Coques desserrées du roulement à glissement. Affaissements mécaniques.	C'est une sous-harmonique qui se présente souvent mais qui n'est presque jamais importante. Présence souvent aussi de $f = 2n$, $3n$, $4n$ et demi-harmoniques.
5) $f = 2n$	Désalignement desserrement mécanique	Présence d'une forte vibration axiale. Boulons desserrés, jeu excessif des parties mobiles et des roulements, criques et ruptures dans la structure : présence de sous-harmoniques et d'harmoniques supérieures.

6) f est un multiple exact de n	Roulements désalignés ou bien forcés dans leur siège.	Fréquence = n x nombre de sphères ou de rouleaux. Contrôler au stroboscope.
	Engrenage défectueux	$f = z\, n$ (z = nombre de dents défectueuses). Pour usure générale, dents mal faites si z = nombre total de dents.
	Désalignements avec jeux axiaux excessifs.	Souvent dus à des desserrements mécaniques.
	Roue à aubes (pompe, ventilateurs).	$f = n$ x nombre d'aubes (ou de canaux)
7) f très supérieur à n non un multiple exact	Roulements endommagés.	Fréquence, intensité et phase instables. Vibration axiale.
	Roulements à glissement avec frottement excessif.	Lubrification défectueuse totalement ou en zones. Crissement audible.
	Courroies trop tendues.	Crissement audible caractéristique.
	Courroies multiples non homogènes.	Coulissement entre les courroies.
	Engrenages à basse charge.	Chocs entre les dents pour manque de chargement; vibration instable.
	Roues à aubes pour l'action du fluide (cavitation, reflux, etc.).	Fréquence et intensité instables. $f = n$ x nombre d'aubes par nombre de canaux. Vibration axiale fréquente.
8) f = fréquence naturelle d'autres parties	Roulements à glissement avec jeux excessifs.	Exaltation pour choc (oil whip) des vibrations d'autres pièces. Contrôler au stroboscope.
	Courroies excitées à cause de la vibration d'autres pièces.	Exemples: poulies excentriques ou déséquilibrées, désalignements, balourds de rotors.
9) f instable avec cognements	Courroies multiple non homogènes. Courroie avec plusieurs allonges.	Intensité instable.
10) $f = n_c$ $n \neq n_c$	(n_c = vitesse critique de l'arbre) Roulements.	Pour des rotors au-dessus de la vitesse critique.
	(n_r = fréquence de réseau) Moteurs électriques, générateurs.	Présence aussi d'harmoniques.
12) $f = f_c < n$ ou bien $f = 2\, f_c$	Courroie avec une zone ayant un défaut d'élasticité.	f_c c'est la fréquence de la courroie. $f_c = \pi\, D\, n\, /\, l$ (D = diamètre poulie; l = longueur courroie).

Des vibrations axiales sensibles, au-dessus de 10% de la vibration transversale, indiquent quelques causes typiques:

- désalignement (supérieur à 40%);
- fléchissement de l'arbre, en particulier de moteurs électriques;
- roulements de butée défectueux;
- excentricité elliptique du rotor des moteurs électriques;
- forces dérivant de tuyaux;
- fondations déformées;
- frottement des étanchéités presse-étoupe, etc.;
- frottements axiaux du rotor;
- roulements radiaux défectueux;
- accouplements défectueux;
- courroies défectueuses.

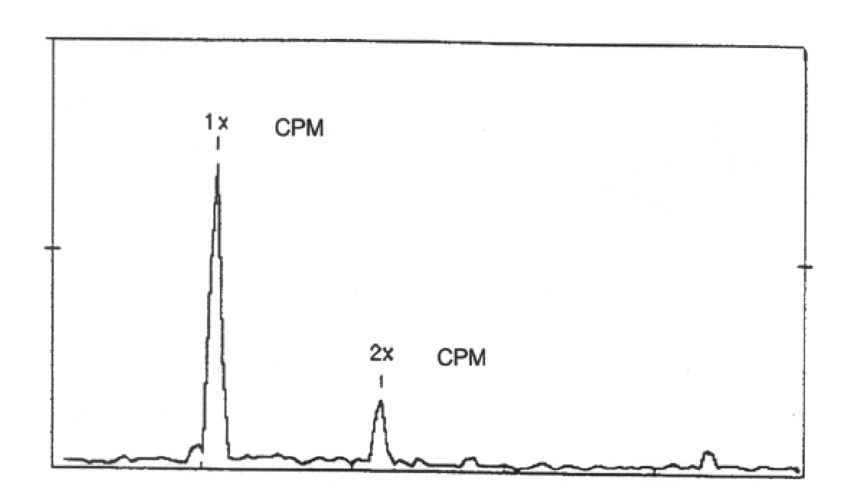
2. SPECTRES TYPIQUES DES VIBRATIONS RELATIVES AUX DÉFAUTS LES PLUS COURANTS

Note: Les spectres suivants sont purement indicatifs. Ceux obtenus avec l'instrument N500 ont un aspect graphique différent.

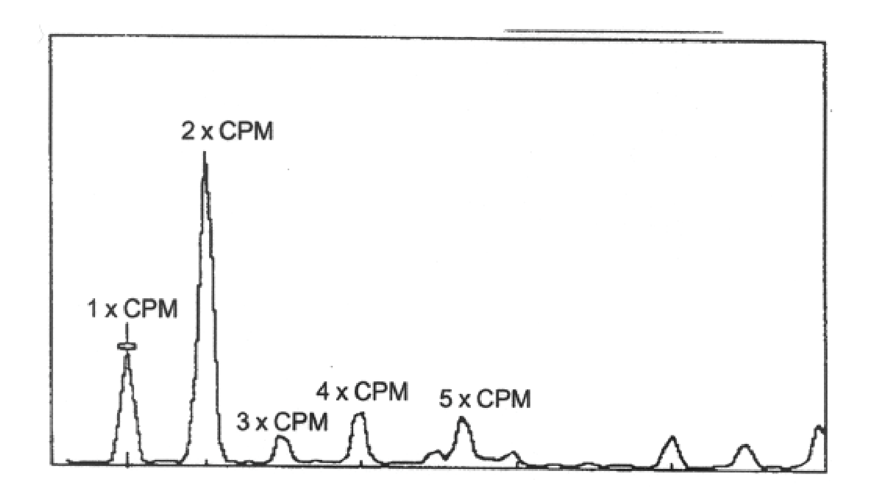
Nous indiquons ci-dessous les spectres des vibrations typiques, provoquées par les défauts les plus courants que l'on trouve dans l'expérience pratique.

CPM = vitesse de rotation de l'arbre en tours par minute.

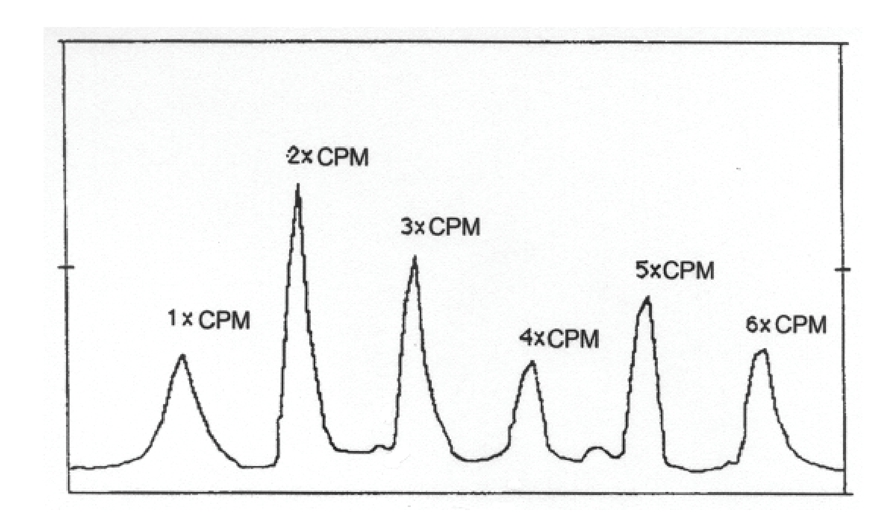
1. BALOURD



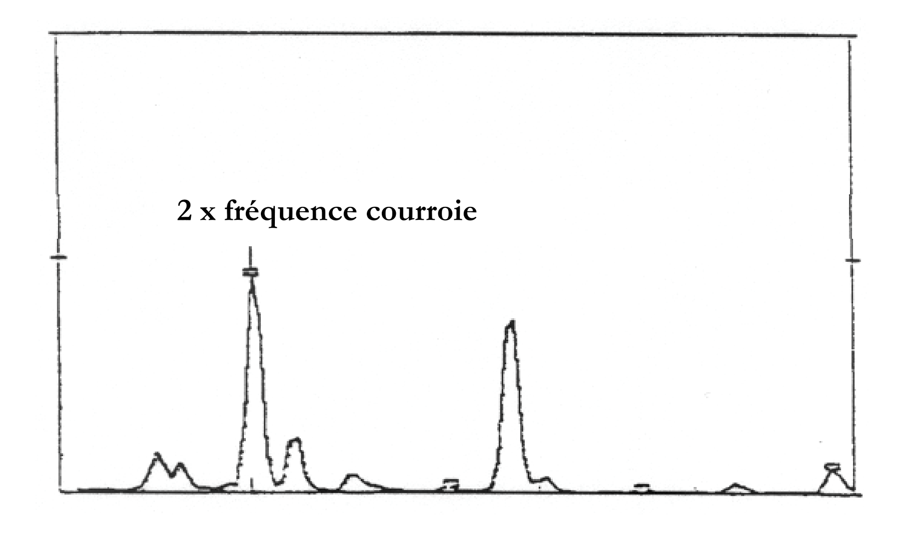
2. DÉSALIGNEMENT



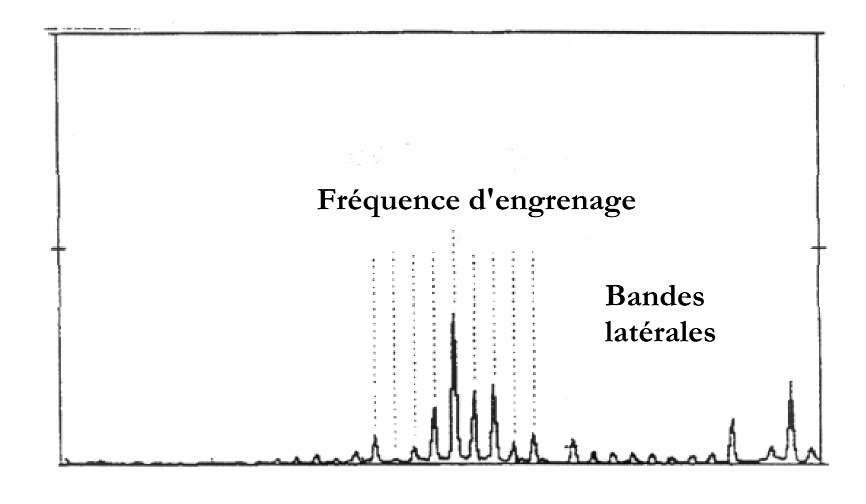
3. DESSERREMENT MÉCANIQUE/JEU



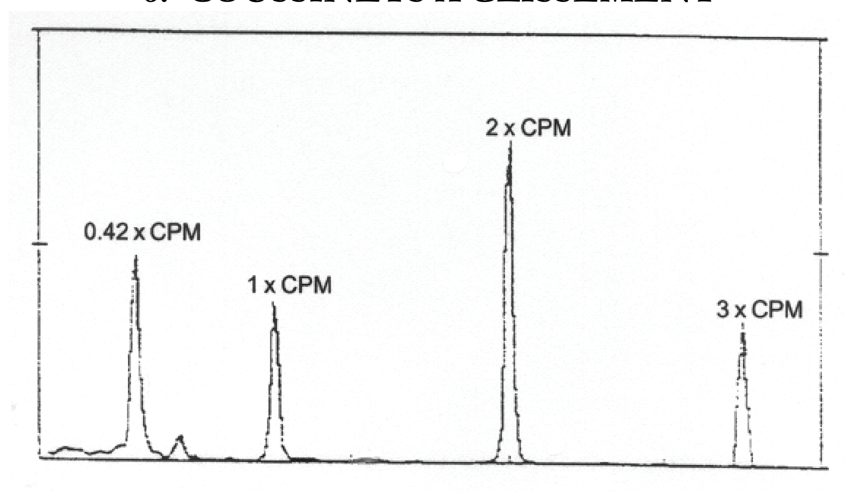
4. COURROIE



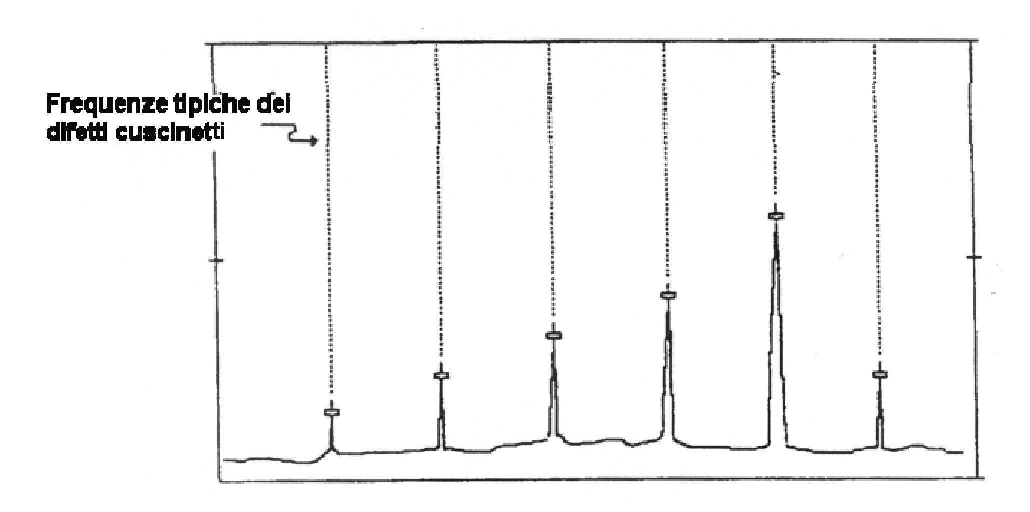
5. ENGRENAGES



6. COUSSINETS À GLISSEMENT

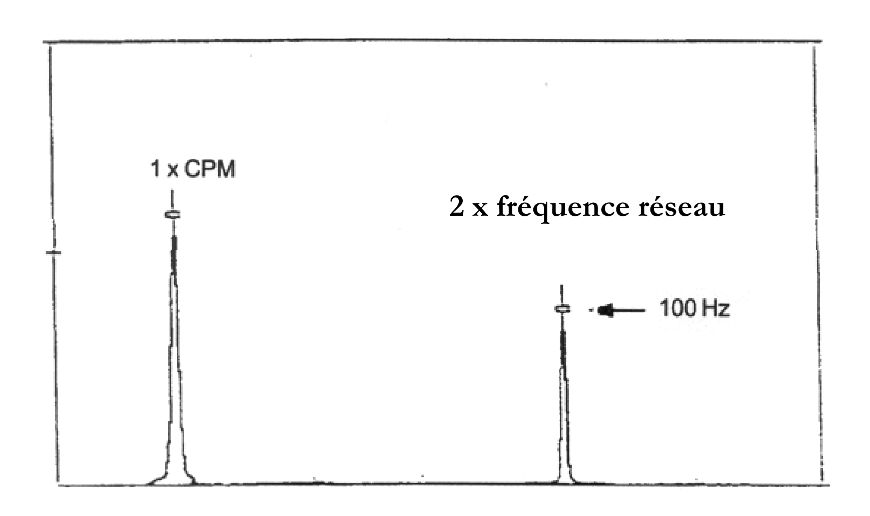


7. ROULEMENTS



- Fréquences typiques des défauts des roulements.

8. MOTEURS ÉLECTRIQUES



3. FORMULES POUR LE CALCUL DES FRÉQUENCES TYPIQUES DES DÉFAUTS DES ROULEMENTS

SYMBOLES:

FTF = fréquence cage
BPFO = défaut sur piste externe
BPFI = défaut sur piste interne
BSP = défaut sur rouleau/sphère

Les fréquences des roulements peuvent être calculées en connaissant :
S = nombre de tours arbre
PD = diamètre primitif
BD = diamètre sphère/rouleau
N = nombre de sphères/rouleaux
Θ = angle de contact

Cas le plus commun:

a – bague externe fixe (bague interne rotative)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD}\right) \cdot cos\Theta\right]$$

$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD}\right) \cdot cos\Theta\right]$$

$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD}\right) \cdot cos\Theta\right]$$

$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD}\right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD}\right) \cdot cos\Theta\right)^2\right]$$

b – bague externe rotative (bague interne fixe)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD}\right) \cdot cos\Theta\right]$$

$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD}\right) \cdot cos\Theta\right]$$

$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD}\right) \cdot cos\Theta\right]$$

$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD}\right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD}\right) \cdot cos\Theta\right)^2\right]$$

Formules de calcul approchées (± 20%)

FTF = 0.4 x S **(a)** ou bien 0.6 x S **(b)**
BPFO = 0.4 x N x S **(a)** ou bien **(b)**
BPFI = 0.6 x N x S **(a)** ou bien **(b)**
BSP = 0.23 x N x S (N < 10) **(a)** ou bien **(b)**
= 0.18 x N x S (N ≥ 10) **(a)** ou bien **(b)**

Appendice D

Informations pour la création de *templates* (modèles) personnalisés pour les certificats générés par le programme CEMB N-Pro.

Codes Numériques

Lors de la création du certificat, le logiciel CEMB N-Pro remplace automatiquement dans le modèle un certain nombre de codes prédéfinis (sous la forme #x#) avec les informations correspondantes, relatives à la mesure affichée à ce moment-là.

Pour que le remplacement soit effectué correctement, utilisez seulement les codes suivants :

#1#	Date actuelle
#2#	Heure actuelle
#3#	Note numéro 1 ajoutée à la mesure
#4#	Image du graphique du spectre du canal A
#5#	Image du graphique du spectre du canal B
#6#	Nom de la mesure
#7#	Parcours *(path)* du dossier contenant la mesure
#8#	Numéro de série de l'appareil N100 ou N300
#11#	Type de mesure (Pk, PP, RMS)
#12#	Type de capteur connecté au canal A
#13#	Type de capteur connecté au canal B
#14#	Mesure (*overall*, 1xRPM, 2xRPM, …)
#15#	Nombre de moyennes (seulement pour mesure *overall*)
#16#	Largeur du filtre synchrone, en % (seulement pour mesures synchrones ou équilibrages)
#17#	Fréquence maximum mesurée (seulement pour mesure *overall*)
#18#	Nombre de lignes du spectre
#19#	Note numéro 2 ajoutée à la mesure
#20#	Note numéro 3 ajoutée à la mesure
#48#	Modèle de l'appareil avec lequel a été prise la mesure (N100, N300)

#49#	Version firmware de l'appareil N100 ou N300
#50#	Unité de mesure des fréquences et des vitesses
#51#	Date à laquelle la mesure a été effectuée
#61#	Heure à laquelle la mesure a été effectuée
#301#	Valeur totale (*overall*) de la vibration du canal A
#302#	Valeur totale (*overall*) de la vibration du canal B
#311#	Valeur de la vibration synchrone du canal A
#312#	Valeur de la vibration synchrone du canal B
#321#	Phase de la vibration synchrone du canal A
#322#	Phase de la vibration synchrone du canal B
#331#	Fréquence de la vibration synchrone du canal A
#332#	Fréquence de la vibration synchrone du canal B
#351#	Unité de mesure de la vibration (g, mm/s, µm, …)
#401#	Fréquence du pic n°1 de la vibration du canal A
#402#	Fréquence du pic n°2 de la vibration du canal A
#...#	Fréquence du pic n°... de la vibration du canal A
#405#	Fréquence du pic n°5 de la vibration du canal A
#426#	Valeur du pic n°1 de la vibration du canal A
#427#	Valeur du pic n°2 de la vibration du canal A
#...#	Valeur du pic n°... de la vibration du canal A
#430#	Valeur du pic n°5 de la vibration du canal A
#451#	Fréquence du pic n°1 de la vibration du canal B
#452#	Fréquence du pic n°2 de la vibration du canal B
#...#	Fréquence du pic n°... de la vibration du canal B
#455#	Fréquence du pic n°5 de la vibration du canal B
#476#	Valeur du pic n°1 de la vibration du canal B

#477#	Valeur du pic n°2 de la vibration du canal B
#...#	Valeur du pic n°... de la vibration du canal B
#480#	Valeur du pic n°5 de la vibration du canal B
#601#	Valeur du balourd initial sur le plan P1 (en unités U)
#602#	Phase du balourd initial sur le plan P1 (en degrés °)
#603#	Valeur de la vibration initiale sur le plan P1
#604#	Phase de la vibration initiale sur le plan P1 (en degrés °)
#605#	Valeur du balourd actuel (final) sur le plan P1 (en unités U)
#606#	Phase du balourd actuel (final) sur le plan P1 (en degrés °)
#607#	Valeur du balourd initial sur le plan P2 (en unités U)
#608#	Phase du balourd initial sur le plan P2 (en degrés °)
#609#	Valeur de la vibration initiale sur le plan P2
#610#	Phase de la vibration initiale sur le plan P2 (en degrés °)
#611#	Valeur du balourd actuel (final) sur le plan P2 (en unités U)
#612#	Phase du balourd actuel (final) sur le plan P2 (en degrés °)

En cas de *multi-report* (certificat produit en mettant ensemble les données de N mesures différentes) il est nécessaire d'utiliser les codes de forme #x-y# où

- x = code numérique énuméré dans le tableau précédent
- y = numéro progressif de la mesure qui compose le *multi-report* (1, 2, … N)

Par exemple :

- #6-1# = nom de la mesure n° 1 du *multi-report*
- #11-2# = type de la mesure n° 2 du *multi-report*
- …

Conseils pour la personnalisation des certificats

L'utilisation d'un modèle (*template*) HTML pour créer des certificats offre au client la pleine liberté de personnaliser ceux distribués par CEMB avec le programme, ou d'en créer des nouveaux. Les clients ayant des exigences particulières peuvent insérer des logos ou des images en toute autonomie, ainsi que modifier les dimensions ou les couleurs des inscriptions. Puisque ces *templates* sont un document HTML, il est opportun de les modifier ou de les créer avec des programmes adaptés, appelés **éditeurs HTML**. Leur utilisation est semblable à celle d'un programme de traitement de textes normal (*Microsoft Word*, *Openoffice Writer*, …), avec la différence que les documents sont générés et sauvegardés **directement** sous le format HTML: ainsi, l'aspect graphique du document n'est pas altéré lors de la sauvegarde.

En cas d'utilisation de programmes de traitement de textes, au contraire, lorsqu'on sauvegarde ensuite sous le format HTML, les alignements, les espaces, les dimensions, etc. risquent d'être modifiés après la conversion et la sauvegarde : dans ces cas, le modèle HTML final peut s'avérer différent de ce qu'on aurait voulu créer, ce qui est fréquemment constaté par les utilisateurs de *Microsoft Word 2000* ou supérieur.

De nombreux éditeurs HTML sont disponibles ; nous en indiquons quelques-uns ci-dessous:

- KompoZer — multilingue, téléchargeable gratuitement du site http://www.kompozer.net/
- W3C Amaya — multilingue, téléchargeable gratuitement du site http://www.w3.org/Amaya/
- Mozilla Composer — multilingue, partie de la suite Mozilla Seamonkey, téléchargeable gratuitement du site http://www.seamonkey-project.org/
- Adobe Dreamweaver — multilingue, et payant

Pour faciliter l'utilisateur, le programme KompoZer est compris dans le CD avec le logiciel CEMB N-Pro.

Création de certificats sous le format *PDF*

Pour pouvoir générer des certificats sous le format PDF, il suffit d'installer sur son PC une imprimante PDF virtuelle, et de la sélectionner après avoir appuyé sur la touche dans le logiciel CEMB N-Pro.

Si vous ne disposez pas encore de cette imprimante, vous pouvez installer PDFCreator, téléchargeable gratuitement du site http://sourceforge.net/projects/pdfcreator/

Après l'installation, une nouvelle imprimante appelée PDFCreator s'affichera dans la fenêtre 'Imprimantes et fax' à côté des imprimantes réelles connectées au PC.

Appendice E

Liste des symboles utilisés dans l'appareil

Fonctions accessibles du tableau principal

	mesure de la vibration (vibromètre)
	équilibrage
	programmation des paramètres de fonctionnement de l’appareil

Fonctions accessibles de la barre des fonctions additionnelles

	accès à la page des archives des mesures
	affichage de la liste des pics les plus élevés présents dans la vibration
	accès à la procédure d’étalonnage (autoapprentissage) pour l'équilibrage en cours
	accès à la procédure d’étalonnage (autoapprentissage) pour un nouvel équilibrage
	valeur de la masse test utilisée dans l’étape actuelle d’autoapprentissage de l’équilibrage
	position angulaire de la masse test dans l’étape actuelle d’autoapprentissage de l’équilibrage
	sauvegarde de la mesure actuelle dans les archives
	téléchargement depuis les archives et affichage de la mesure sélectionnée
	élimination de la mesure sélectionnée dans les archives
	vidage des archives (élimination de toutes les mesures)

Paramètres de fonctionnement

ACC-1	accéléromètre n°1, ou accéléromètre du type 1 (s'il y en a deux de type différent)
ACC-2	accéléromètre n°2, ou accéléromètre du type 2 (s'il y en a deux de type différent)
VEL-1	vélocimètre n°1, ou vélocimètre du type 1 (s'il y en a deux de type différent)
VEL-2	vélocimètre n°2, ou vélocimètre du type 2 (s'il y en a deux de type différent)
	date actuelle
	heure actuelle
	unité de mesure à utiliser pour les grandeurs physiques
	intensité du rétroéclairage de l'afficheur
	temps après lequel le rétroéclairage de l'afficheur s'éteint automatiquement, calculé après l'appui sur la dernière touche.
	temps après lequel l'appareil s'éteint automatiquement, calculé après l'appui sur la dernière touche.

Informations sur la mesure

A	mesure en cours/effectuée sur le canal A
B	mesure en cours/effectuée sur le canal B
	capteur connecté au canal affiché: l'instrument valide le canal à la mesure
	capteur non connecté au canal affiché: l'instrument valide le canal (il n'effectue pas la mesure)
Overall	valeur globale de la vibration
N	nombre de mesures dont on a fait la moyenne pour calculer la vibration globale
1xRPM	valeur de la vibration synchrone à la vitesse de rotation
3xRPM	valeur de la vibration synchrone à la troisième harmonique de la vitesse de rotation
	largeur du filtre synchrone
g	vibration exprimée en g (1 g = 9.81 m/s^2)

mm/s	vibration exprimée en mm/s
µm	vibration exprimée en µm (1 µm = 10^{-6} m)
in/s	vibration exprimée en inch/s (1 inch/s = 25.4 mm/s)
mil	vibration exprimée en mils (1 mil = 25.4 µm)
RMS	mesure de la valeur efficace de la vibration
PK	mesure de la valeur de pic de la vibration
PkPk	mesure de la valeur de pic-pic de la vibration
RPM	fréquences et vitesses exprimées en tours/minute (RPM)
Hz	fréquences et vitesses exprimées en rotations par secondes (Hz)
OFF	canal invalidé (mesures non effectuées)
-HI-	vibration supérieure à la limite maximum mesurable par l'appareil
	amplitude et fréquence de la composante la plus élevée dans la vibration
	signal de vitesse absent, ou vitesse inférieure à celle minimum consentie
	vitesse supérieure à celle maximum consentie
	vitesse non stable
	équilibrage effectué sur un seul plan (statique)
	équilibrage effectué sur deux plans (dynamique) en utilisant deux capteurs
	équilibrage effectué sur deux plans (dynamique) en utilisant un seul capteur positionné sur le plan P1 ou P2, respectivement
	correction pour adjonction de matériau
	liste des étapes de la procédure d'autoapprentissage pour l'équilibrage
	indicateur de l'étape d'étalonnage actuelle
	étape d'étalonnage encore à effectuer
	étape d'étalonnage déjà effectuée
	masse test utilisée dans l'autoapprentissage

Symboles spécifiques pour les données chargées des archives

	archives mesures de vibration
	archives équilibrages
	affichage de la mesure sauvegardée à la position n° 3 des archives
Ovrll	valeur globale de la vibration
	amplitude de la composante la plus haute dans la vibration
	fréquence de la composante la plus haute dans la vibration
	balourd du rotor
	balourd initial du rotor (premier lancer d'étalonnage) et balourd résiduel (fin de l'équilibrage)

Messages pour l'opérateur

OK START	appuyer sur OK pour démarrer la mesure
	appuyer sur OK pour valider l'écriture des données par écrasement et sur une touche quelconque pour quitter
OK ?	appuyer sur OK pour valider l'opération précédemment sélectionnée et sur une touche quelconque pour quitter
	mesure en cours: attendre son complètement
	processus de mesure actif: appuyer sur OK pour l'arrêter quand on désire accepter le résultat
	Connexion avec le PC active: démarrer le logiciel CEMB N-Pro pour transférer les données.

État batterie

	batterie complètement chargée
	batterie partiellement chargée
	batterie presque déchargée
	batterie complètement déchargée : effectuer une charge dans les 5 minutes

PRECISION D'EQUILIBRAGE DES ROTORS RIGIDES

L'équilibrage a le but d'améliorer la distribution des masses dans un rotor de manière à que celui-ci tourne dans ses supports sans créer des forces centrifuges supérieures à une valeur limite admissible.

Ce but peut et doit être atteint seulement jusqu'à une certaine limite; en effet, après l'équilibrage, des déséquilibres résiduels persistent inévitablement. Comme dans les usinages des pièces sur les machines-outils, étant donné qu'il est impossible d'obtenir des dimensions " exactement " égales à celles indiquées sur le dessin, on établit des " tolérances d'usinage " dont la valeur varie cas par cas suivant les exigences de chaque pièce; ainsi, dans l'équilibrage, il faut obtenir la précision d'équilibrage adaptée à chaque cas, en établissant le " déséquilibre résiduel maximal admissible ou tolérance d'équilibrage ".

Il est évident qu'un équilibrage insuffisant pourrait causer des vibrations intolérables avec tous les inconvénients et les avaries qui en suivraient. Ce serait, toutefois, une erreur d'équilibrer un rotor avec une précision supérieure à celle nécessaire pour un service régulier et sans inconvénients de la machine sur laquelle le rotor doit être monté, en exigeant par exemple la précision de l'équilibrage à la valeur maximale permise par les machines à équilibrer disponibles.

En effet, on n'améliorerait pratiquement pas les qualités du rotor mais on augmenterait inutilement le temps nécessaire à l'équilibrage et, par conséquent, le coût de l'opération. Pour fixer la tolérance d'équilibrage, il est en outre nécessaire de considérer le concept de la " reproduetibilité " c'est-à-dire de la valeur minimale qui peut être sûrement retrouvée en faisant plusieurs essais. Par exemple, Si par la simple opération de démontage et de remontage d'une pièce sur l'équilibreuse ou de l'équilibrer dans des temps différents sur la machine réelle il se manifeste une variation de l'excentricité de 5 microns, il n'y aurait aucun sens d'équilibrer cette pièce avec une précision bien inférieure à 5 microns.

Par conséquent, il est nécessaire que la tolérance la plus avantageuse du point de vue technique et économique soit déterminée et prescripte pour chaque rotor.

Il faut donc indiquer sur les plans:

- la valeur du déséquilibre résiduel maximal admissible pour chacun des plans de correction, également précisés;
- ou et comment doivent être appliquées les masses de correction, ou bien où le matériel peut être enlevé sans endommager la pièce;
- les pivots sur lesquels le rotor doit être appuyé sur l'équilibreuse;
- le champ conseillable de la vitesse d'équilibrage;
- toutes les autre données opportunes suivant le cas pour permettre à l'opérateur de faire un équilibrage rapide et sûr.

Ceci vaut pour les rotors flexibles. Du moment que les opérations d'équilibrage sont différentes selon que le rotor peut être considéré rigide ou flexible, il va sans dire que la précision ou la tolérance d'équilibrage est également différente dans les deux cas. Il suffit, en effet, d'observer que dans le rotor flexible l'effet du déséquilibre est amplifié par la flexion élastique, de sorte que des forces d'importance différente que celles relatives à un rotor rigide de même déséquilibre sont générées sur les supports. On en déduit que, toutes les autres conditions demeurant les mêmes, les tolérances d'équilibrage des deux cas seront différentes Si l'on voudra obtenir sur les supports des forces ou des vibrations égales.

Ce que nous exposerons ci-après, sauf différente spécification, ne sera valable que pour les rotors rigides.

UNITES DE MESURE DE LA TOLERANCE D'EQUILIBRAGE

La tolérance d'équilibrage est donnée par le produit du balourd maximal admissible par sa distance de l'axe de rotation.

Si l'on divise la tolérance d'équilibrage par le poids du rotor, on obtiendrait le "déséquilibre spécifique". Celui-ci est aussi appelé "excentricité résiduelle tolérable" car, dans le cas du déséquilibre statique, il exprime l'excentricité du centre de gravité du rotor de l'axe de rotation causée par le déséquilibre admissible.

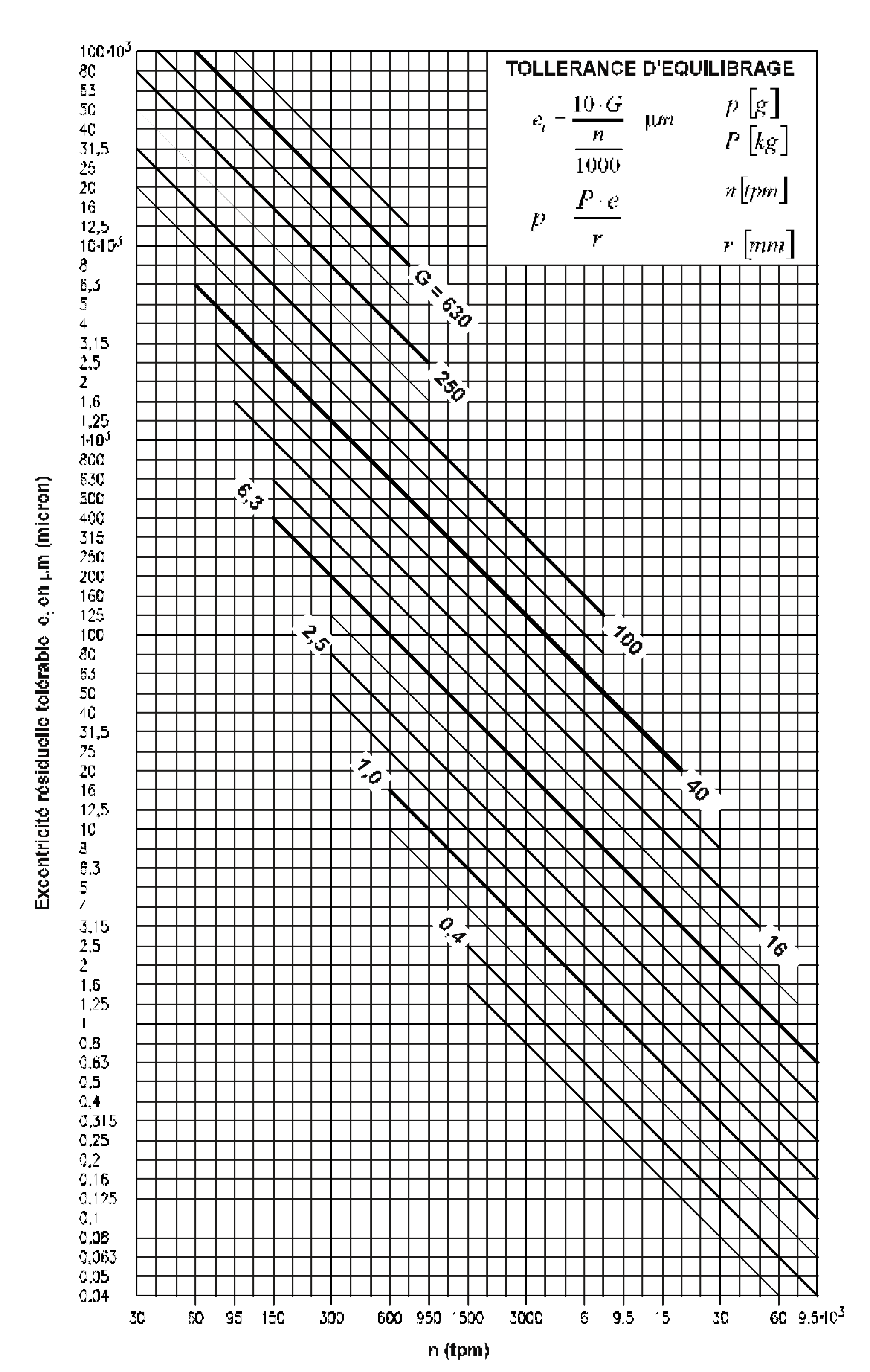
SYMBOLES

p (grammes)	= déséquilibre maximal admissible
r (mm)	= distance de p de l'axe de rotation
P (kg)	= poids du rotor
n (tours/min)	= vitesse de rotation en service normal
$p \cdot r$ (g·mm)	= déséquilibre restant admissible
$e = \frac{p \cdot r}{P}$ (micrométre)	= excentricité maximale résiduelle admissible
G (mm/s)	= degré d'équilibrage (voir tableau)

CLASSIFICATION DES ROTORS DEGRÉS D'ÉQUILIBRAGE

Note - Nous avons souligné en italique les catégories de rotors non comprises dans les tableaux ISO mais ajoutées par l'auteur.

Degré **G** mm/s	**TYPE DE ROTOR**
0,4	Gyroscopes Mandrins, disques et induits de rectifieuses rapides de haute précision *Broches de filage*
1,0	Induits de petits moteurs rapides, à exigences d'équilibrage élevées Rotors de tourne-disque, enregistreurs, *projecteurs cinématographiques* Actionemments de rectifieuses de haute précision *Rotors de turbines et compresseurs de moteur â jet très rapides* *Rotors de turbines à vapeur à exigences d'équilibrage élevées*
2,5	Rotors de turbines à vapeur et à gaz., turboalternateurs turbosoufflantes, turbopompes Turbines de propulsion de navires marchands *Compresseurs rapides, supercompresseurs pour avions* Induits de moteurs moyens et grands dont les exigences d'équilibrage sont élevées Induits de petits moteurs à bonne exigence d'équilibrage *pour appareils électroménagers de haute qualité, fraises de dentiste, aérosol* Induits de petits moteurs exclus des conditions indiquées par le degré 6,3 Actionnements des machines-outils *Ventilateurs pour le conditionnement de l'air dans les hôpitaux et dans les salles de concert* *Engrenages rapides (au dessus de 1000 t/min) des réducteurs de turbines marines* Disques et tambours pour les mémoires les ordinateurs
6,3	Induits de petits moteurs électriques, produits en série, dans les emplois peu sensibles aux vibrations ou lors du montage de support antivibratoires Induits de moteurs électriques moyens et grands (dont la hauteur de l'arbre est au moins 80 mm) sans exigences particulières Pièces de machines-outils et de machines en général Parties rapides de machines opératrices, *châssis de tissage et de filature, machines à matter les fils, paniers de centrifuge usés (écrémeuses, dépurateurs, laveuses)* *Rotors de machines hydrauliques* Volants, ventilateurs, pompes hydrauliques Engrenages de réducteurs de turbines marines de propulsion pour navires marchands Cylindres et roulements pour imprimeuses Rotors unis aux turbines à gaz pour l'aéronautique Pièces détachées de machines dont les exigences sont élevées
16	Arbres de transmission, arbres à cardan dont les exigences d'équilibrage sont élevées Pièces de machines agricoles, de moulins, de machines à battre le blé Pièces de moteurs pour voitures, camions, locomotives (à essence ou diesel) Vilebrequins complets de volant et d'embrayage à six ou plus cylindres dont les exigences d'équilibrage sont élevées *Paniers de centrifugeuses lentes* *Hélices d'embarcations légères (hors-bord, aéroglisseurs)* *Jantes de roues pour automobiles et motocyclettes* *Poulies normales de transmission* *Grandes cylindres pour papeteries* *Outils en une seule pièce pour machines pour le bois*
40	Roues et jantes de roues pour voitures Arbres de transmission et essieux complets pour automobiles Vilebrequins complets de volants et embrayages de moteurs à 4 temps avec 6 ou plus cylindres montés élastiquement, avec vitesse du piston supérieure à 9 m/s Vilebrequins complets de volants et embrayages de moteurs pour voitures, camions et locomotives *Arbres de transmission pour poulies* *Outils en plusieurs pièces pour machines pour le bois*
100	Vilebrequins complets de moteurs diesel à 6 ou plus cylindres, vitesse du piston supérieure à 9 m/s Moteurs complets d'automobiles et locomotives *Vilebrequins complets de moteurs à 1, 2 ou 3 cylindres*
250	Vilebrequins complets de moteurs diesel à 4 cylindres, montés rigidement avec vitesse du piston supérieur à 9 m/s
630	Vilebrequins complets de grands moteurs à quatre temps montés rigidement Vilebrequins complets de moteurs diesel marins montés élastiquement
1600	Vilebrequins complets de grands moteurs à 2 temps montés rigidement
4000	Vilebrequins complets de moteurs diesel marins montés rigidement, avec un nombre quelconque de cylindres, avec vitesse des pistons inférieure à 9 m/s



EMPLOI DU DIAGRAMME DEL LA TOLERANCE D'EQUILIBRAGE

Le degré d'équilibrage ***G*** sera déterminé suivant les caractéristiques du rotor et de la machine sur laquelle le rotor fonctionnera en service normal (voir tableau pour le degré d'équilibrage ***G***).

On obtient ensuite du diagramme l'excentricité résiduelle tolérable, en fonction de la vitesse de rotation, en correspondance du degré ***G***.

L'excentricité résiduelle n'est pas une valeur rigoureuse: elle peut varier pour un degré donné de ***G*** d'un minimum à un maximum correspondant aux deux lignes minces situées au-dessous et au-dessus de la ligne ***G***, selon le type et le but du rotor et selon les caractéristiques de construction de la machine sur laquelle le rotor sera monté.

La tolérance d'équilibrage en g·mm est obtenue de l'excentricité résiduelle ***e*** (en micromètres) en la multipliant par le poids du rotor ***P*** (kg).

Les valeurs de tolérance obtenues sont en général suffisamment indicatives et assurent avec de grandes probabilités des conditions de service satisfaisantes. De toute façon, des corrections peuvent être opportunes et parfois nécessaires, en particulier lorsque la machine présente des caractéristiques de construction nettement différentes de celles des machines traditionnelles de la même catégorie.

CONDITIONS DE VALIDITÉ DU DIAGRAMME DES TOLERANCES D'EQUILIBRAGE

1. *Les valeurs de tolérance se réfèrent au rotor complet: Si les plans de correction sont deux et si le rotor est approximativement symétrique, chaque plan de correction a une tolérance égale à la moitié de la valeur mesurée, à la condition que les plans de correction soient symétriques par rapport au centre de gravité et près des supports;* en cas de forte asymétrie du rotor ou de la position des plans de correction, il est nécessaire de distribuer opportunément le déséquilibre résiduel entre les deux plans de correction.
2. Les valeurs de tolérance sont valables indifféremment pour les déséquilibres statiques et pour les déséquilibres de couple.
3. Le rotor doit être considéré rigide dans toute la gamme des vitesses de fonctionnement et dans les conditions effectives de travail de la machine réelle Paliers, supports, bâtis, fondations, accouplements avec d'autres rotors, actionnements, etc.).

NOTE 1 - Degrés d'équilibrage 0,4 - 1
Pour les rotors des classes 0,4 et 1 tolérance d'équilibrage doit être normalement contrôlée par la méthode directe expérimentale.

L'influence des moyens d'entraînement du rotor et des paliers peut être importante.

NOTE 2 – Emploi des outils auxiliaires
Dans les rotors qui doivent être montés pour l'équilibrage sur des *arbres auxiliaires ou sur des brides auxiliaires,* les tolérances indiquées ont un sens uniquement si l'on contrôle, outre le déséquilibre de l'arbre et de la bride auxiliaire, le jeu de montage et la tolérance d'usinage de la pièce également par rapport aux concentricités avec l'axe de rotation tant pour l'arbre auxiliaire que pour l'arbre définitif. La somme des déséquilibres résiduels et des jeux traduits en valeur d'excentricité doit être évidemment inférieure à la tolérance d'équilibrage, car autrement la précision d'équilibrage obtenue serait illusoire.

NOTE 3 - *Rotors assemblés*
Dans les *rotors assemblés* les déséquilibrages des pièces composantes doivent être additionnés vectoriellement, en tenant compte également des déséquilibres qui dérivent du montage (tolérances d'usinage, jeux, clavettes de pression, etc.).

Le déséquilibre résultant après l'assemblage doit être inférieur à celui indiqué dans les diagrammes relatifs au rotor complet: en cas contraire, il faut effectuer l'équilibrage du rotor après l'assemblage, en choisissant deux plans de correction appropriés.

METHODE DIRECTE EXPERIMENTALE

La valeur plus précise et sûre du déséquilibre résiduel admissible ne s'obtient qu'en effectuant des essais directs. A ce but on fait l'équilibrage du rotor par la machine à équilibrer avec le maximum de précision possible, ensuite on monte le rotor dans la machine en conditions de service.

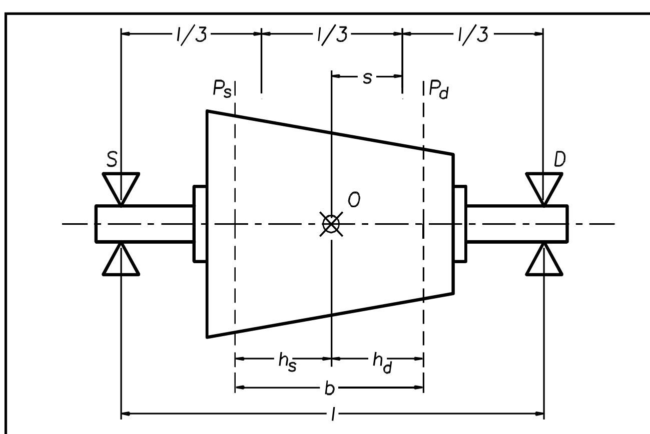
Il est ensuite nécessaire d'effectuer des essais successifs de déséquilibres croissants jusqu'à ce que les vibrations des supports ou de la machine rejoignent des valeurs mesurables. On mesure le déséquilibre maximum admissible par rapport à la valeur mesurée, par ex. un tiers. Les essais doivent être exécutés systématiquement de sorte que l'on considère tous les cas de vibrations possibles et toutes les conditions du rotor possibles ainsi que la position des déséquilibres additionnés.

DISTRIBUTION DU DESEQUILIBRE RESIDUEL ADMISSIBLE ENTRE LES DEUX PLANS DE CORRECTION

Dans la plupart des rotors il est possible de faire une raisonnable distribution du déséquilibre total admissible $\overline{U}$ du rotor sur chaque plan de correction en employant une des méthodes suivantes, à choisir selon les conditions indiquées.

U_s et U_d indiquent les déséquilibres résiduels admissibles respectivement pour le plan de correction du côté gauche et du côté droite (voir figures).

Le centre de gravité du rotor est indiqué par $\overline{O}$.

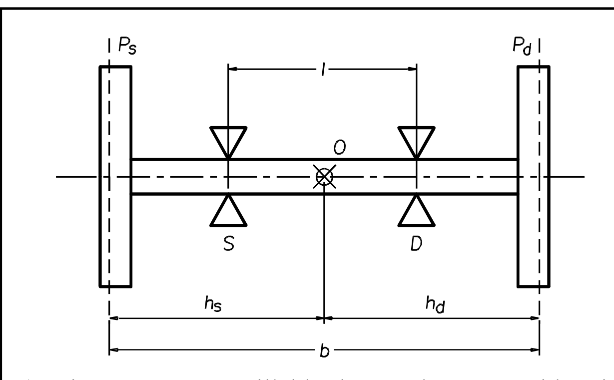


1) Si $\frac{l}{3} < b < l$; $s < \frac{l}{3}$ avec $h_s \cong h_d$ on peut considérer

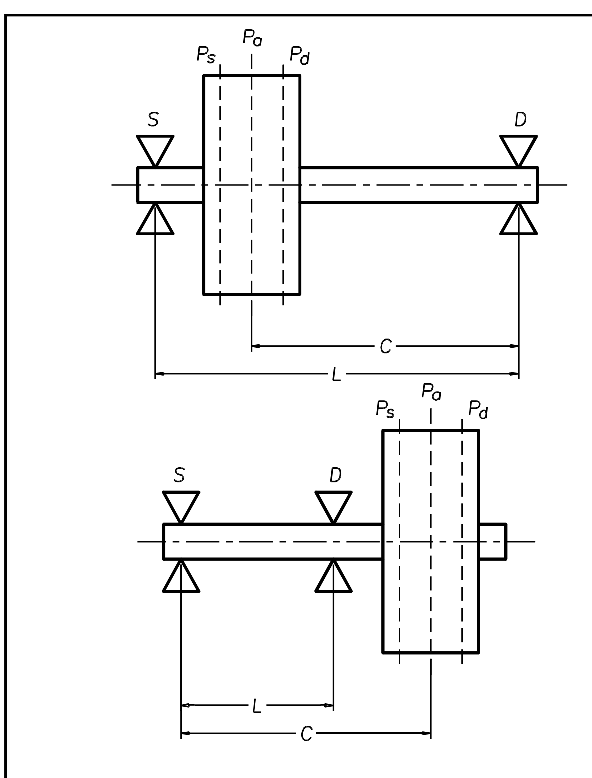
$$U_s = U_d = \frac{1}{2}U$$

Avec $h_s \neq h_d$ mais $0{,}3b < h_s < 0{,}7b$ on peut considérer

$$U_s = \frac{h_d}{b}U \; ; \; U_d = \frac{h_s}{b}U$$



2) Si $b > l$ est conseillable de prendre en considération une valeur supérieure du déséquilibre total que l'on doit distribuer comme sus-mentionné



3) Si $b < \frac{l}{3}$ il est conseillable de considérer un plan auxiliaire P_a (qui peut coïncider avec P_s ou P_d) pour lequel le déséquilibre maximum admissible est

$U_a = \frac{U}{2}\frac{l}{2c}$ et de plus pour les plans P_s et P_d

$$U_s = U_d = \frac{U}{2}\frac{3l}{4b}$$

4) En général le déséquilibre résiduel admissible pour les deux plans de correction est égal au produit du déséquilibre résiduel total admissible du rotor complet multiplié par le rapport entre la distance du *deuxième* plan de correction du centre de gravité du rotor et la distance entre les plans de correction.

Si le rotor n'est inclus dans aucune des méthodes simplifiées indiquées, il faut suivre la méthode générale valable pour n'importe quel rotor et pour n importe quelle position des plans de correction.

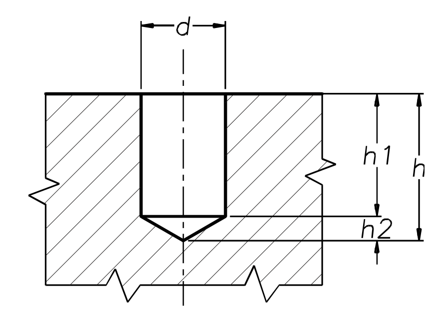
La méthode générale est décrite dans le dossier CEMB N. 8 (qui est envoyé sur demande à titre gracieux) et dans l'International Standard ISO 1940/1 (1986-09-0l) disponible en langue italienne et anglaise.

DIAGRAMMES PRATIQUES DE CORRECTION DU BALOURD

PERÇAGE SUR ACIER:

Utiliser les diagrammes de 1 à 5 secondes les exigences. Chaque diagramme fournit, en fonction du poids à enlever (P) et du diamètre de la pointe (d), la profondeur de perçage (h) nécessaire; les courbes sont entraînées en tenant compte de la forme conique (120°) de la pointe, pour l'acier (densité 7.85 kg/dm³), en utilisant le critère décrit ci-dessous:

Unité de mesure:
P en grammes
d en mm
h_1-h_2-h en mm



Le poids total retiré d'un perçage est: P = 7.85 10^{-3} V (où V est le volume total du perçage) **(1)** en considérant que:

$V = V_1 + V_2$ où

$V_1 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_1$ (Volume partie cylindrique) et

$V_2 = \frac{1}{3}\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_2$ (Volume partie conique)

$h_1 = h - h_2$; $h_2 = \frac{d}{2}\tan 30°$ le (1) divient:

$$P = 7.85 \cdot 10^{-3}\left(\frac{\pi}{4}d^2 h - 0.1511 \cdot d^3\right) \quad (2)$$

PERÇAGE SUR ALUMINIUM, FONTE, etc.

Le poids à enlever étant connu, il faudra le multiplier par un coefficient de correction dû à la différente densité des matériaux. Le poids obtenu est utilisé dans les diagrammes (1 à 5) pour avoir la valeur de profondeur correcte (h).

TABLEAU COEFFICIENT DE CORRECTION

MATERIEL	**D** Densité de référence (Kg/dm³)	Coeff. de correction (7.85/D)
ALUMINIUM	2.7	2.91
FONTE	7.25	1.09
LAITON	8.5	0.92
CUIVRE	8.9	0.88

EXEMPLE:

Balourd à retirer ***P*** = 10 grammes. Pointe utilisée ***d*** = 14 mm. Matériel roulant ALUMINIUM. ***P correct = 10x2.91 = 29.1***
Du diagramme 1 on obtient ***h*** = 27 mm

CORRECTION AVEC ADDITION DE MATERIAU SUR ACIER:

Utiliser le diagramme 6. Il fournit, en fonction des dimensions commerciales d'épaisseur (***S***) et de largeur (***L***), le poids d'un plateau de 1 cm de longueur. Pour obtenir la longueur (***l***) nécessaire, diviser le balourd par le poids obtenu d'après le diagramme.

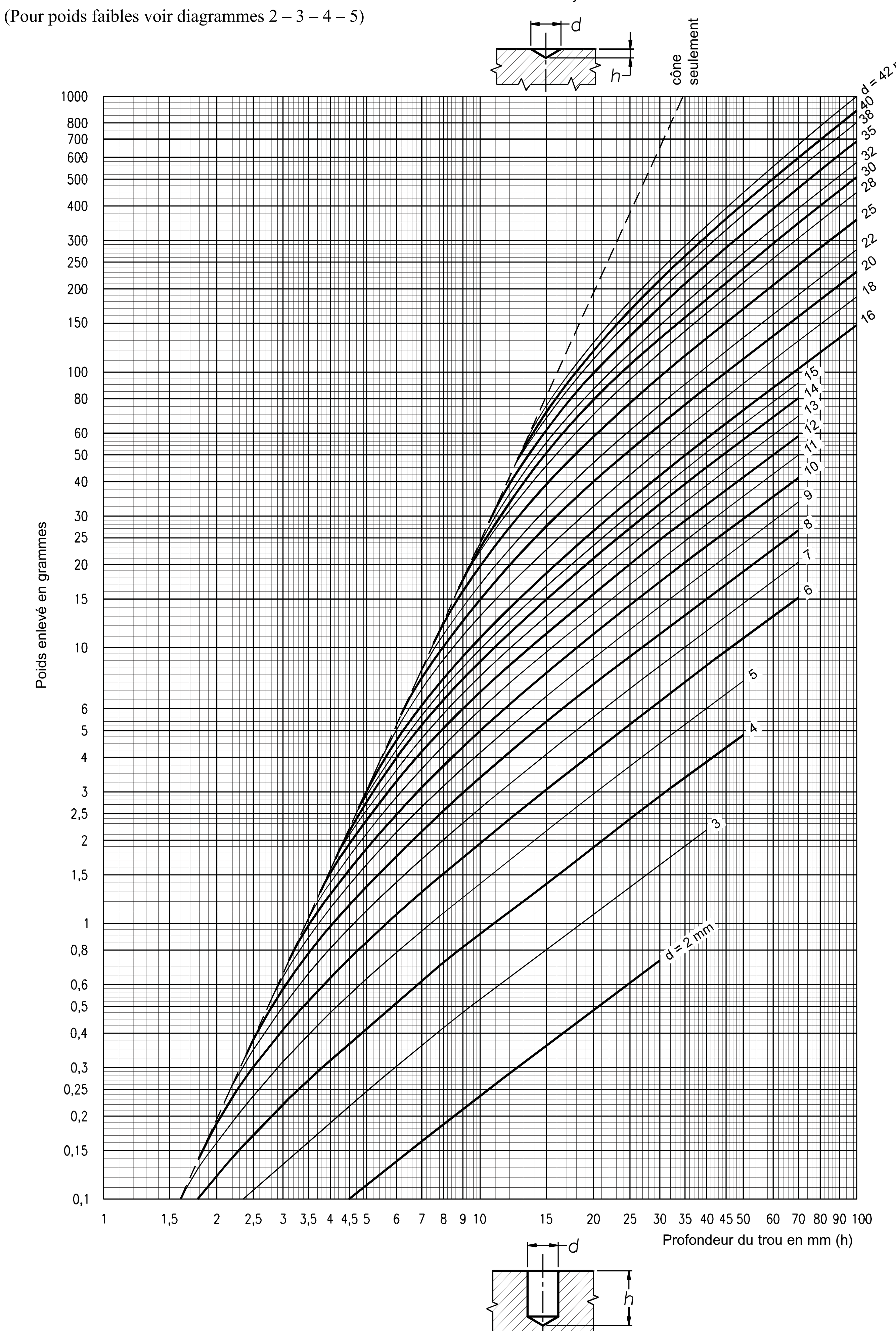
EXEMPLE: Balourd à ajouter 50 grammes
Plateau utilisé 50x10 mm.

Du diagramme l'on obtient un poids P = 39 grammes/cm

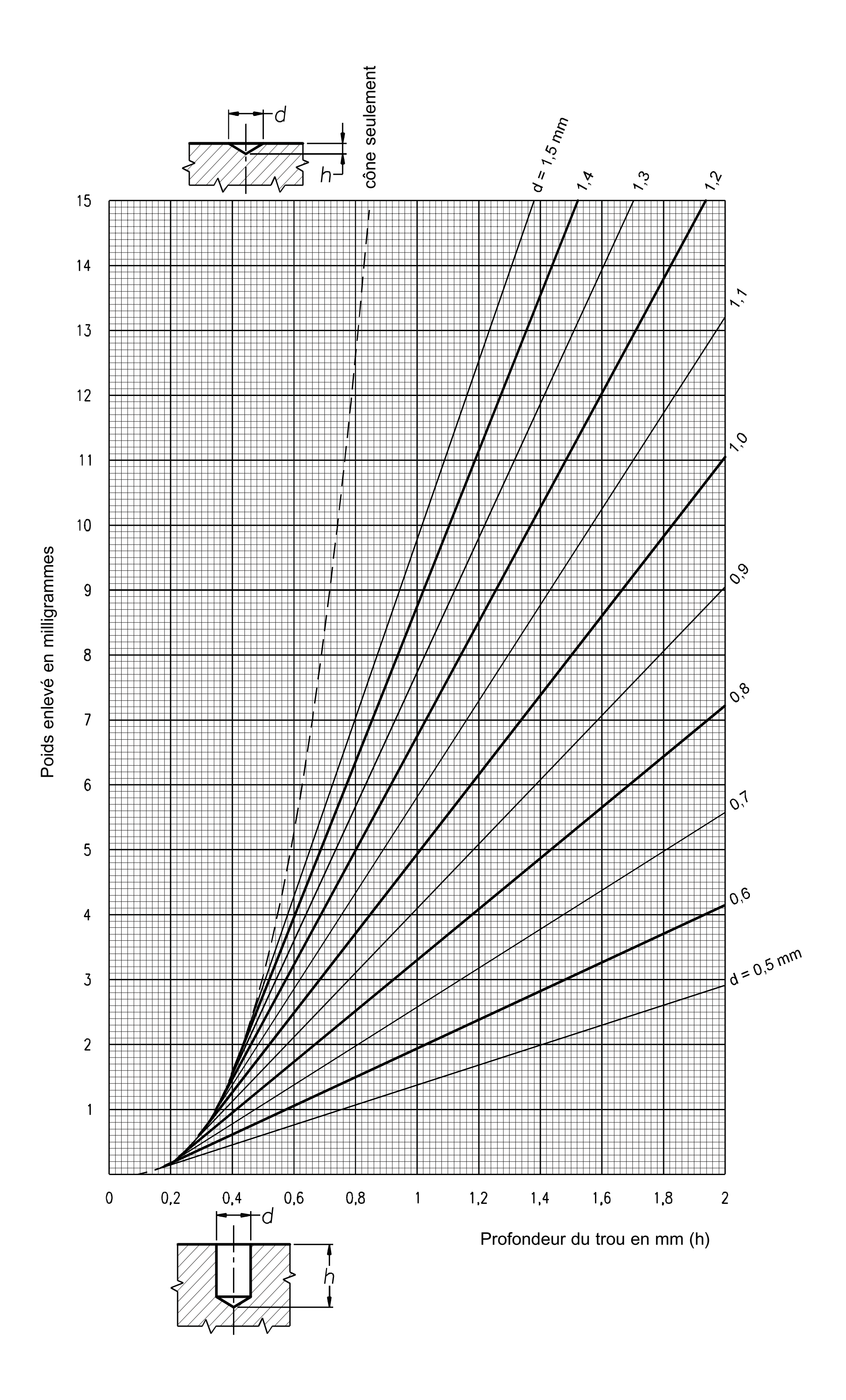
dont $l = \frac{50}{39} = 1.3$ cm.

1 - DIAGRAMME GENERAL DU POIDS ENLEVABLE PAR PERÇAGE SUR ACIER

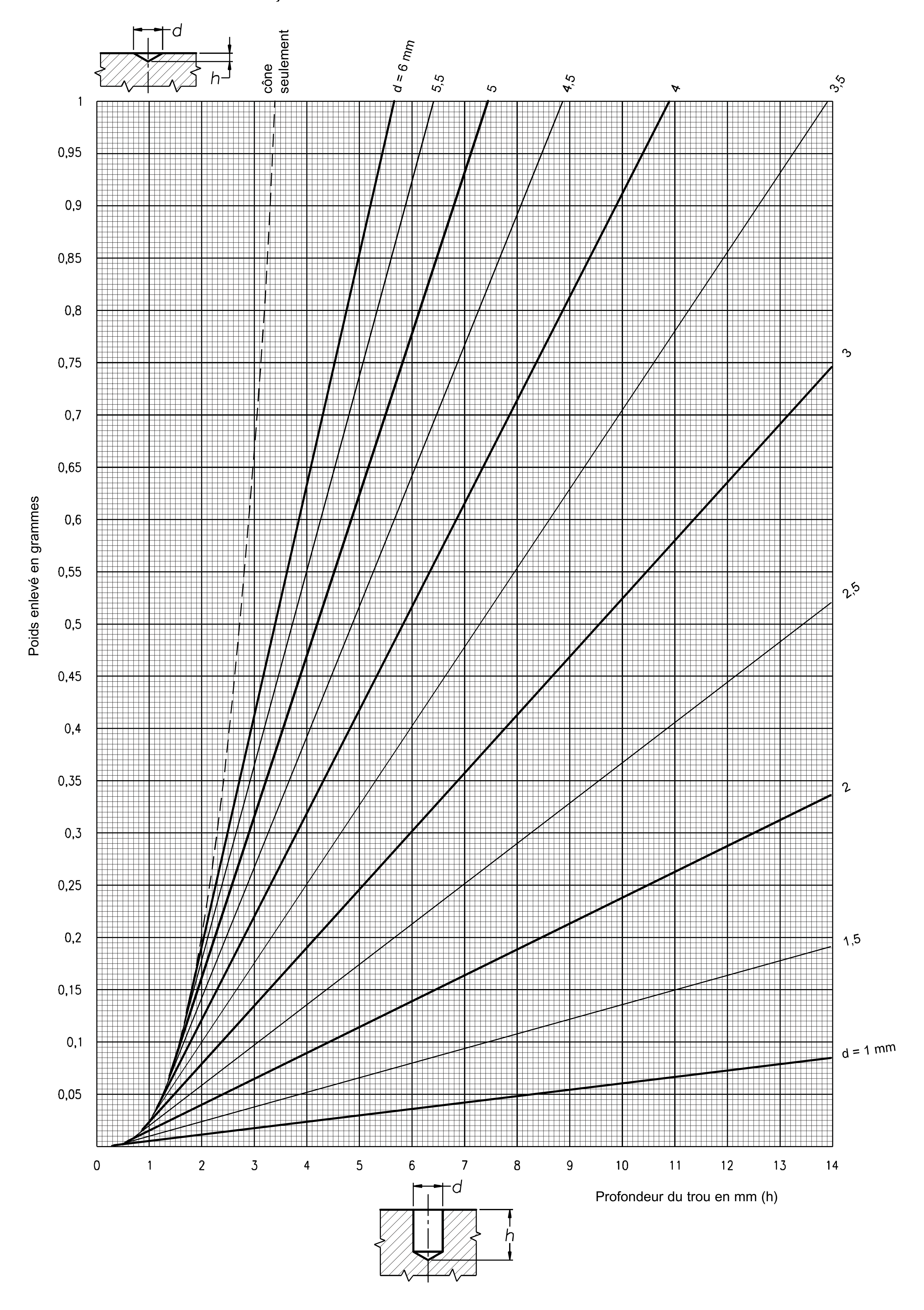
(Pour poids faibles voir diagrammes 2 – 3 – 4 – 5)



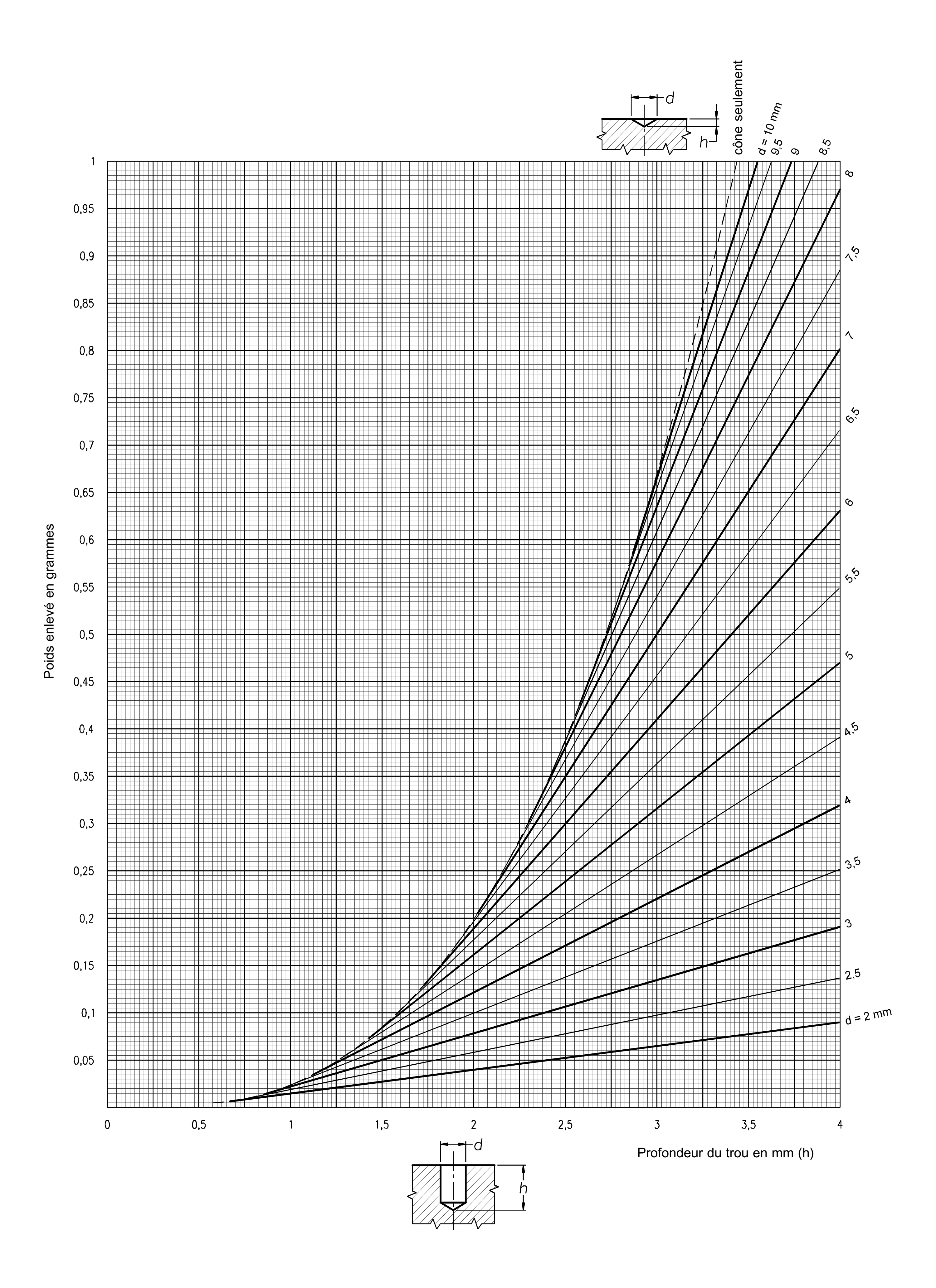
2 - DIAGRAMME POUR PERÇAGE FIN Ø 0,5 – 1,5 mm



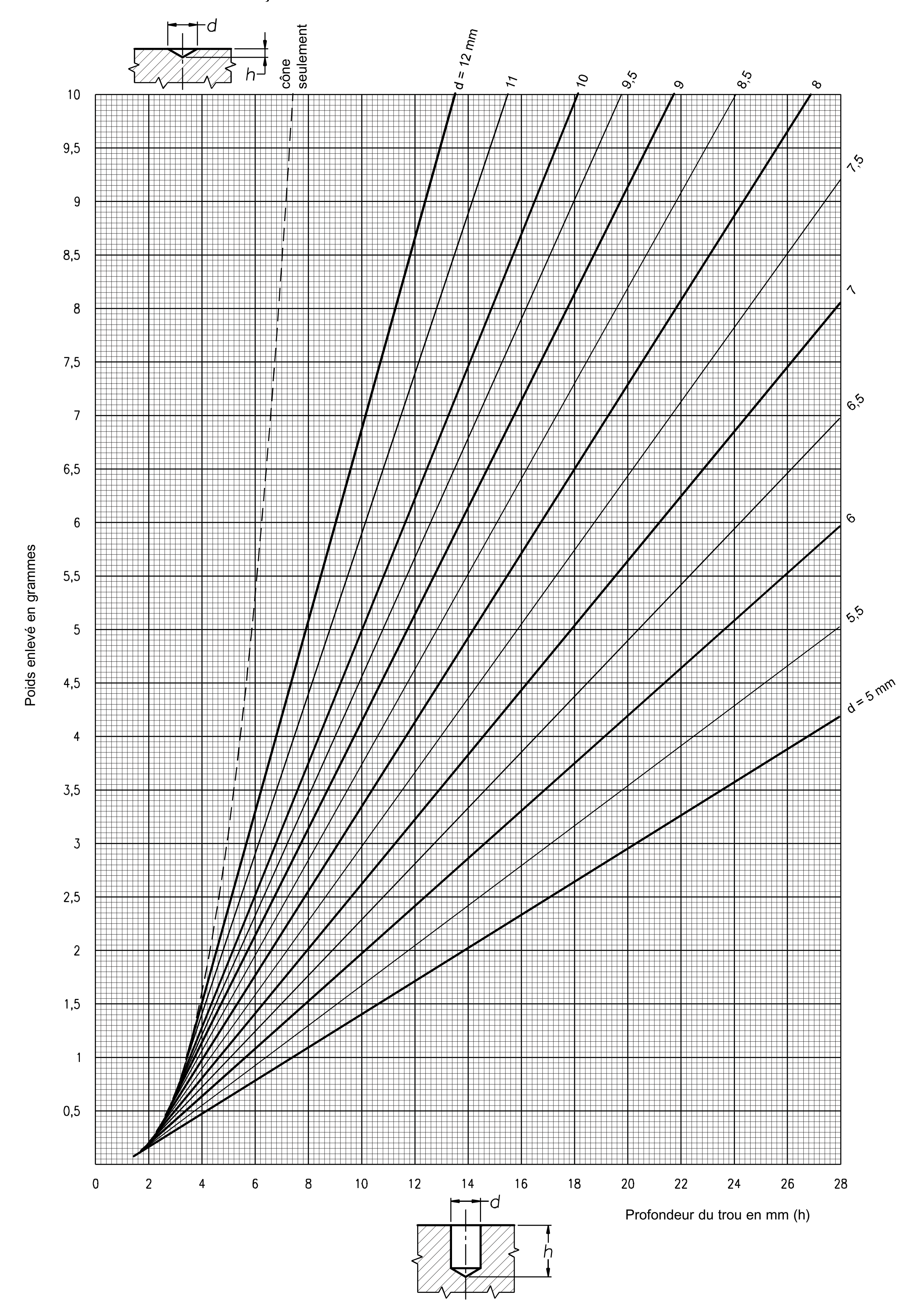
3 - DIAGRAMME POUR PERÇAGE FIN Ø 1 – 6 mm



4 - DIAGRAMME POUR PERÇAGE FIN Ø 2 – 10 mm



5 - DIAGRAMME POUR PERÇAGE FIN Ø 5 – 12 mm



6 - DIAGRAMME DU POIDS par cm D'UN PLATEAU EN ACIER EN FONCTION DES DIMENSIONS L - s

